Die Seitenorgane und becherförmigen Organe der Capitelliden.

Zweiter Auszug aus einer Monographie der Capitelliden.

Von

Dr. Hugo Eisig.

Mit Tafel VII.

I. Beschreibung der Seitenorgane.

In seiner Beschreibung der Capitella rubicunda (Notomastus rubicundus) erwähnt KEFERSTEIN [1]), dass an allen Segmenten dieses Thieres, mit Ausnahme der kürzeren des Hinterendes, sich auf dem Rücken, zwischen dem dorsalen und ventralen Fussstummel, jederseits eine spaltförmige Oeffnung, begrenzt von zwei ziemlich weit vorragenden Lippen befinde und dass diese Oeffnung wahrscheinlich die äussere Mündung des Segmentalorgans darstelle.

Auch CLAPARÈDE [2]), der dasselbe Thier kurz darauf ausführlicher beschreibt, betrachtet diese, zwischen Rücken- und Bauch-Borstenreihe befindlichen, von zwei hervorragenden Lippen eingefassten Querspalten, aus denen — wie er hinzufügt — starre, lange, nicht flimmernde Wimpern hervorragen, als die äusseren Mündungen der Segmentalorgane.

Durch das Studium des Notomastus Sarsii und des Notomastus Benedenii überzeugte sich indessen CLAPARÈDE [3]) späterhin, dass die fraglichen — wie er jetzt erkennt — auf elliptischen Hügeln angebrachten Querspalten, welche auf das Abdomen beschränkt sind, nichts mit den

1) VII. 125. (Die römischen Ziffern beziehen sich auf die citirten Werke, die arabischen auf die citirten Seiten; vergleiche das Literatur-Verzeichniss am Schlusse der Abhandlung.)

2) II. 27. 3) III. 54 und 55.

Segmentalorganen zu thun haben, indem letztere an einem ganz anderen Orte nach aussen münden. Mit Bezug auf die Function der ersteren aber, vermuthet er, dass sie entweder Oeffnungen zur Ausfuhr der Geschlechtsproducte, oder Rudimente der Dasybranchuskiemen darstellten.

Bei Gelegenheit der Beschreibung des Notomastus lineatus endlich, bezeichnet Claparède [1]) dieselben Gebilde als comprimirte, 0.17 mm breite Knöpfe, welche mit einem Walde zarter, jedoch starrer Borsten besetzt seien, ohne auf die Frage nach deren Function zurückzukommen.

Notomastus lineatus soll ferner ausser diesen auf das Abdomen beschränkten Knöpfen an den letzten drei Thoraxsegmenten jederseits eine Oeffnung besitzen; ähnliche Oeffnungen oder Poren wie Claparède bei der Capitella major [2]) an allen borstentragenden Thoraxsegmenten erkannt hatte.

Dieselben Thoraxporen hatte aber schon Keferstein [3]), wie aus seiner Fig. 7, Tafel XI und aus dem Satze: dass die spaltförmigen Oeffnungen an allen Segmenten mit Ausnahme der kürzeren des Hinterendes vorkämen, hervorgeht, am Notomastus rubicundus bemerkt, hatte sie aber mit den, auf das Abdomen beschränkten Knöpfen oder Hügeln zusammengeworfen; daher auch der von ihm gewählte und wohl für die Poren des Thorax, aber nicht für die Hügel des Abdomen passende Name »spaltförmige Oeffnungen« [4]).

Claparède dagegen hatte die Thoraxporen an allen von ihm bis dahin beschriebenen Notomastusarten — also beim Notom. rubic., Notom. Sarsii und Notom. Benedenii — einfach übersehen, und auch beim Notomastus lineatus hat er deren Zahl unrichtig angegeben, indem nicht bloss die letzten drei, sondern alle borstentragenden Thoraxsegmente mit Poren ausgerüstet sind.

Es lagen nach alledem, als ich an die Untersuchung der Capitelliden heranging, zwei problematische Bildungen vor: nämlich erstens die angeblich mit spaltförmigen Oeffnungen versehenen Hügel des Abdomen (= Seitenorgane des Abdomen) und zweitens die Oeffnungen oder Poren des Thorax (= Seitenorgane des Thorax).

1) IV. 280. 2) IV. 277. 3) VII. 125.

4) Die Keferstein'sche Darstellung litt auch in anderer Hinsicht an Unverständlichkeit: Einerseits vermuthete ihr Autor in den spaltförmigen Oeffnungen, welche an allen Segmenten mit Ausnahme der kürzeren des Hinterendes vorkommen sollen, die äusseren Mündungen der Segmentalorgane, andererseits hebt er ausdrücklich hervor, dass in den vordersten neun Segmenten gar keine Segmentalorgane existirten. Im Abdomen ferner bezeichnet er bald die auf den Segmentgrenzen gelegenen Hügel, bald in der Mitte der Segmente gelegene Spalten als Mündungen der Segmentalorgane.

Diese Bildungen, welche den meisten Vertretern der Capitelliden-familie zukommen, will ich nun vom Notomastus lineatus, an welcher Form ich sie am genauesten studirt habe, beschreiben, wobei es sich von selbst ergeben wird, wieso ich dazu kam in ihnen Sinnesorgane und zwar Seitenorgane zu erkennen.

1. Die Seitenorgane des Abdomen.

Für mich entstand zunächst die Frage: Sind diese, dem ganzen Abdomen entlang, auf jedem Segmente, zwischen den Bauch- und Rücken-Hakenwülsten (Parapodien) jederseits gelegenen (Fig. 2 und 6 *SA*), mit starren Haaren versehenen Hügel (Fig. 4 *SH*) wirklich durchbohrt? Sind die mehrfach beschriebenen, von Lippen begrenzten Querspalten in der That vorhanden, und stellen sie, wenn das auch der Fall sein sollte, Communicationen zwischen der Leibeshöhle und der Aussenwelt dar?

Häufig erhält man Bilder, die einer Bejahung dieser Fragen günstig erscheinen. Der Hügel oder — wie ich ihn entsprechend seiner Function fortan bezeichnen will — der Sinneshügel stellt sich nämlich in solchen Fällen als eine an der Basis etwas verschmächtigte, von da gegen deren freien Pol hin allmählich anschwellende Knospe dar, welche an eben diesem Pole eine schüsselförmige Vertiefung aufweist. Aus dieser Vertiefung hervor ragen dann, zu einem dichten Bündel geschlossen, die steifen Haare oder Borsten, die wir mit dem Namen Sinneshaare bezeichnen wollen. Ja es begegnen uns oft Sinneshügel, welche am freien Pole nicht etwa nur eine schüsselförmige Aushöhlung, sondern eine schmale, von überhängenden Lippen begrenzte Spalte zeigen, aus der die noch dichter zusammengedrängten Sinneshaare hervorragen.

Aber daneben, häufig an ein und demselben Thiere, stossen wir auf Hügel, welche ganz anders geformt sind: Der distale Abschnitt derselben zeigt weder eine schüsselförmige Vertiefung, noch eine von Lippen begrenzte Spalte, sondern wölbt sich vielmehr kugelförmig, und vom oberen, den freien Pol einnehmenden Drittel dieser seiner Kugelfläche strahlen nach allen Seiten (radienförmig) die Sinneshaare aus.

Dieses so entgegengesetzte Verhalten hat sich folgendermassen aufgeklärt: Die normale Form des Sinneshügels ist die zuletzt geschilderte; an ihm inseriren sich aber mehrere Muskeln, deren einer als Retractor den freien Pol mehr oder weniger tief einzustülpen vermag, so dass die vorher über einen Theil der freien Kugelfläche zerstreut stehenden Sinneshaare nun büschelförmig in eine Mulde oder in eine von Lippen begrenzte Spalte zu liegen kommen und nur noch mit ihren Spitzen

nach aussen ragen. Zur Veranschaulichung dieses Verhaltens entwarf ich Fig. 15 *a, b*, welche Bilder die Formveränderung darstellen, die der Sinneshügel durch die Einstülpung erleidet.

Diese Einstülpung der Hügelkuppe und die Insertion des Rückziehmuskels, wird durch den Umstand erleichtert, dass die Basis des im Uebrigen soliden Hügels mit einer kleinen Höhlung versehen ist, welche zunächst von den Wandungen des Hügels, sodann aber von denjenigen des Hautmuskelschlauchs begrenzt, direct in die Perivisceralhöhle übergeht. Die Existenz dieser Communication zwischen Hügel- und Perivisceral-Höhle wird schon durch die eine Thatsache bewiesen, dass der Blutstrom seine Elemente häufig ebenso in die Hügelhöhle, wie in die anderen Ausstülpungen der Perivisceralhöhle, als: Kiemen, Tentakel, Rüsselscheide hineinpresst. Die Beobachtung dieser Blutanfüllung der Hügelhöhle hat mich auch auf die richtige Fährte zur Beantwortung der Frage geführt: durch welche Kraft denn eigentlich das durch seinen Muskel retrahirte Haarfeld wieder ausgestülpt werde. Es ist der Druck des Blutstroms, der, so wie den Rüssel und die Tentakel, auch das eingezogene Haarfeld wieder zur Ausstülpung bringt.

Nach alle dem kann die erste der aufgeworfenen Fragen verneint werden: Die Hügel sind nicht durchbohrt, stellen keine Communicationen zwischen Leibeshöhle und Aussenwelt dar, und in Folge dessen können ihnen auch solche Functionen, wie Claparède vermuthet hat, nicht zukommen. —

Die Lage der Sinneshügel ist in gewisser Hinsicht eine für alle Segmente constante. Man trifft sie nämlich in allen Fällen auf einer die Rücken- und Bauch-Hakenwülste verbindenden geraden Linie, und zwar stets in dem geschützten Winkel, welchen die Hakentaschen mit der Leibeswand bilden (Fig. 2 u. 6 *SA*). Aber in Folge der Distanzveränderungen, welche vom Anfange bis zum Ende des Abdomens, je nach der Mächtigkeit der Bauchmuskulatur, die Hakenwülste (und Kiemen) in ihrer gegenseitigen Lagerung erleiden, finden wir die Hügel — immer unbeschadet ihrer relativ constanten Stellung — mit Bezug auf die Körperachsen sehr verschieden gelagert. Zur Veranschaulichung dieses Verhältnisses mögen die schematisch gehaltenen drei Schnitte Fig. 5 *b, c, d* dienen: *b* von einem der ersten Abdominalsegmente eines über hundert Zoniten zählenden, 5—6 cm langen Thieres, zeigt die Bauchhakenwülste nahe an der ventralen Medianlinie beginnend und sich fast bis zum Rücken erstreckend[1]; in Folge dessen kommen die

1) Gleichen Schritt mit dieser starken Entwickelung der ventralen Parapodien hält die Entwickelung der ventralen Längsmuskulatur (Fig. 6 *LMv*).

in dieser Region stark ausgebildeten Hakentaschen (Kiemen) und mit ihnen die Sinneshügel ganz auf den Rücken, in die Nähe der dorsalen Hakenwülste zu liegen. *c* von einem der mittleren Abdominalsegmente desselben Thieres; die ventralen Hakenwülste erstrecken sich weder so weit ventral, noch so weit dorsal, wie im vorigen Falle; die — viel weniger ausgebildeten — Kiemen und die Sinneshügel stehen daher seitlich, jedoch der Rückenseite noch mehr als der Bauchseite genähert; die dorsalen Parapodien aber, sind mehr nach aussen von der Medianlinie abgerückt. *d* endlich, von einem der letzten Abdominalsegmente dieses Thieres, zeigt die ventralen Hakenwülste kaum noch stärker ausgeprägt als die dorsalen, und beide nehmen an dem mehr rundlich gewordenen Leibe fast symmetrisch zu der Längsachse gelegene Bögen ein; die nur noch als unbedeutende Auftreibung erkennbare Kieme und der Sinneshügel kommen daher ebenfalls seitlich, aber der ventralen Medianlinie mehr als der dorsalen genähert, zu liegen.

Die Grösse der Hügel variirt, insofern man entsprechende Regionen des Abdomens verschieden reifer Thiere mit einander vergleicht, kaum bemerkenswerth, sie variirt aber nicht unbedeutend in den verschiedenen Regionen ein und desselben Thieres. Wie die Segmente in toto, so nehmen auch die Hügel vom Abdomenanfang gegen das Abdomenende hin ganz allmählich an Grösse ab. Ich gebe einige meiner Messungen:

Vordere Abdominalregion (ungefähr 1. — 20. Segment) $\frac{0,16}{0,12}$ bis $\frac{0,1}{0,08}$ mm,

Mittlere - (- 20. — 50. -) $\frac{0,1}{0,08}$ - $\frac{0,08}{0,06}$ -

End - (- 50. — 80. -) $\frac{0,08}{0,06}$ - $\frac{0,06}{0,04}$ -

In diesen Werthen bedeutet die über der Linie stehende Zahl die Länge des im optischen Schnitte gemessenen, rechtwinklig auf der Längsachse des Thieres stehenden Hügeldurchmessers, die unter der Linie stehende Zahl aber bedeutet die Länge des ebenso gemessenen, parallel zur Längsachse des Thieres stehenden Durchmessers. Es schwankt demnach die Grösse der Hügel an einem erwachsenen, ungefähr 80 Abdominalsegmente zählenden Thiere zwischen $\frac{0,16}{0,12}$ und $\frac{0,06}{0,04}$ mm.

Wie aus dem Verhältnisse dieser Maasse hervorgeht, stellen die Begrenzungslinien der Hügel Ellipsen dar, deren grosse Achsen auf die Längsachse des Thieres rechtwinklig gerichtet stehen. Indessen, diese Anordnung ist keine unveränderliche, indem durch die Contractionen mehrerer, von der dorsalen Partie der Ringmuskulatur entspringender und

sich an die Circumferenz der Hügelbasis inserirender Muskelstränge nicht nur die Stellung (Richtung) der Hügel, sondern auch das Grössenverhältniss ihrer Durchmesser eine vorübergehende Verschiebung erleiden kann.

Ich wende mich nun zur Beschreibung der Hügelstructur [1]) und beginne damit zunächst nur das zu schildern, was sich am unversehrten, frischen Organ erkennen lässt.

Es fallen zunächst auf die Sinneshaare oder Borsten, wie man sie früher bezeichnete (Fig. 4 *SH*). Meiner Schätzung nach beträgt ihre Zahl auf einem grösseren Hügel mehrere Hundert. Sie haben — dies geht aus zahlreichen von mir vorgenommenen Messungen hervor — die für alle Stellen des Haarfeldes constante Länge von 0,04 bis 0,06 mm. Die genaue Messung wird in Folge der Lageveränderungen des Hügels und der Einstülpung des Haarfeldes in den meisten Fällen sehr erschwert; daher wohl die Schwankung meiner Zahlen zwischen 0,06 und 0,04. An der Basis haben die Haare eine Breite von kaum 0,001 mm; gegen das freie Ende hin verschmälern sie sich bis zum Unmessbaren. Sie bieten ihrer ganzen Länge nach das Bild einer blassen, homogenen Substanz, sind unbeweglich, gerade und scheinbar starr; aber nur scheinbar; denn wenn auch die grosse Anzahl so gerader und unbeweglicher Gebilde diesen Eindruck hervorrufen, so genügt es doch den Hügel irgendwie zu berühren, um sich davon zu überzeugen, dass die Haare geschmeidig genug sind, um starke Biegungen unbeschadet ertragen zu können.

Die Sinneshaare sind in hohem Maasse vergängliche Gebilde. Durch die Einwirkung irgend welcher Salze oder Säuren (Osmiumsäure ausgenommen) werden sie meistens wie auf einen Schlag zerstört. Der Process ihrer so bewirkten Zerstörung lässt sich am besten einem Schmelzen vergleichen; nur mit dem Unterschiede, dass das Resultat des Schmelzprocesses hier nicht in der Bildung einer Flüssigkeit, sondern in der Bildung einer grossen Anzahl 0,002—0,004 mm grosser, äusserst blasser Kügelchen besteht. Im Moment ihrer Entstehung zeigen diese Kügelchen eine tanzende Bewegung, bald aber kommen sie zur Ruhe

---

1) Um die obige Beschreibung nicht sehr ausdehnen zu müssen, berücksichtige ich nur das Wichtigere; ebenso gebe ich von meinen Abbildungen nur Fig. 4, welche den Hügel im frischen Zustande und Fig. 8, welche denselben im Längsschnitt darstellt. Die Veröffentlichung aller anderen Figuren, insbesondere derjenigen, welche nach Macerationspräparaten angefertigt, für die Kenntniss der histiologischen Zusammensetzung als die massgebendsten zu betrachten sind, muss ich meiner späteren, ausführlichen Schilderung vorbehalten.

und backen weiterhin so fest zusammen, dass in den meisten meiner Zupf- und Schnitt-Präparate ein Conglomerat solcher Kügelchen noch die Zone bedeckt, auf der im frischen Zustande die Sinneshaare eingepflanzt waren (Fig. 8 *SH*). Aber so zart[1]) sind die Sinneshaare, dass es nicht einmal der Einwirkung von Reagentien bedarf, um diese, oder doch wenigstens eine ähnliche Umwandlung hervorzurufen. Nur viel langsamer und in etwas modificirter Weise vollzieht sich spontan derselbe Process an Sinneshügeln, welche, in toto abpräparirt, eine Zeitlang in Seewasser gelegen hatten. Die Haare werden dann zunächst wellig, starren nicht mehr, lösen sich theilweise von ihrem Mutterboden ab und zeigen eine Anzahl regelmässiger 0,001—0,002 mm grosser, rundlicher, bis spindelförmiger Anschwellungen. Diese, in gleichen Abständen aufeinanderfolgenden Anschwellungen nehmen, gegenüber den blassen Haaren, ein stark lichtbrechendes Ansehen und eine gelbliche Färbung an. In dem Maasse als nun die Anschwellungen auftreten, zerfallen die Haare, und wir begegnen dann vorwiegend Bruchstücken solcher, welche am einen ihrer Enden in eine der eben beschriebenen Anschwellungen auslaufen. In diesem Moment hat das Bild der absterbenden Haare die grösste Aehnlichkeit mit einem Haufen von Nesselstäben, oder Samenfäden, an welch letztere man um so mehr erinnert wird, als auch dieser langsamere Process des Schmelzens mit Bewegungen der oft in ein »Köpfchen« auslaufenden Haarbruchstücke verbunden ist. Schliesslich verschwinden auch die Haarbruchstücke, und ein Conglomerat blasser Kügelchen ist alles, was auch in diesem Falle von den Sinneshaaren übrig bleibt.

Unter allen den zahlreichen, von mir in Anwendung gebrachten Reagentien war es nur die Osmiumsäure, mit Hülfe welcher es gelang die Sinneshaare gut zu conserviren. Wendet man die Säure als Lösung an, so bleiben die Haare allerdings nur theilweise erhalten, ein anderer

---

1) Ich hebe diese Eigenschaft mit besonderem Nachdruck hervor, weil sich aus ihr vielleicht die Thatsache erklären lässt, dass für Sinnesorgane höherer Thiere das Vorhandensein ähnlicher Haare mit ebenso grosser Bestimmtheit behauptet, als in Abrede gestellt worden ist; ferner, weil LEYDIG das Schwankende der Angaben über das Vorhandensein dieser Sinneshaare zu Gunsten seiner Theorie verwerthen zu können glaubte, derzufolge die Seitenorgane (überhaupt das, was er Organe eines sechsten Sinnes nennt) neben ihrer empfindenden, auch eine secretorische Function auszuüben im Stande sein sollen. Die Sinneshaare würden nämlich der LEYDIG'schen Auffassung zufolge nicht einen integrirenden Bestandtheil des Organs, sondern vielmehr ein periodisch zur Abscheidung gelangendes Product des Organs darstellen. (Vergl. auf pag. 317 und 333 dieses Aufsatzes die Anmerkungen.)

Theil zerfällt; gebraucht man aber das Reagens in der Dampfform, so gelingt es den ganzen Büschel der Haare so gut zu erhalten, dass er in essigsaurem Kali oder Glycerin als dauerndes Präparat eingeschlossen werden kann. Die Sinneshaare werden durch Osmium rasch und intensiv braun gefärbt; auch Hämatoxylin und andere Farbstoffe bewirken — selbst nach der Osmium-Einwirkung — eine starke Tinction.

Stellt man auf einen optischen Schnitt des Hügels ein, so sieht man denselben nach aussen hin begrenzt von einer hellen, homogenen, 0,002 mm dicken Haut: der Cuticula (Fig. 8 *C*), welche an den Grenzen des Organs continuirlich in die gleichnamige, den ganzen Wurmleib bedeckende Membran übergeht. Im Bereiche des Haarfeldes habe ich keine anderen Hautelemente als diese Cuticula wahrzunehmen vermocht; von der Grenze des Haarfeldes ab jedoch, gegen die Hügelbasis hin, lassen sich unter der Hügelcuticula äusserst platte, der Hypodermis zugehörige Zellen nachweisen. Die Cuticula erscheint im ganzen Bereiche des Haarbezirks wie von feinen, rechtwinklig zur Membran gestellten Streifen durchzogen (Fig. 8 *C*). Sieht man aber genauer zu, so überzeugt man sich, dass diese Streifen nichts anderes sind als die, die Cuticula durchbohrenden Basen der Sinneshaare.

Nur bis zur inneren Fläche der Cuticula reichen die Sinneshaare als solche; da angelangt, gehen sie in Gebilde über, welche ich, ihrer Form wegen, als Stäbchen bezeichnen will. Diese Stäbchen (Fig. 4 und 8 *St*) sind ebenfalls von blassem, homogenem Ansehen und erstrecken sich in der Hügelperipherie genau so weit wie die Sinneshaare. Ihre Demonstration in frischem Zustande ist schwierig und erfordert unter allen Umständen starke Vergrösserungen; ihre Länge beträgt 0,012—0,014 mm, ihre Breite 0,001—0,0015 mm, so dass durchschnittlich ungefähr zwei Sinneshaare auf ein Stäbchen kommen mögen.

Im frischen Zustande stimmt das Lichtbrechungsvermögen der Stäbchen mit demjenigen einer unzweifelhaft vorhandenen Zwischensubstanz so sehr überein, dass es oft schwer hält, deren Grenzen klar zu übersehen, und noch schwerer, ihre Form genau zu definiren.

Erstere Schwierigkeit fällt nach Einwirkung gewisser Reagentien weg, aber der Bestimmung ihrer Form fahren diese vergänglichen und schwer isolirbaren Gebilde fort, auf allen Wegen grosse Hindernisse entgegen zu setzen. Schliesslich haben mich aber die an Macerations- und Schnitt-Präparaten gewonnenen Ergebnisse doch zu der Ansicht gebracht, dass die Stäbchen an ihren, gegen die Cuticula gerichteten Enden flach abgestutzte, an den entgegengesetzten Enden dagegen allmählich sich verjüngende Gebilde von prismatischem Querschnitte darstellen.

Dass die Stäbchen durch die Cuticula hindurch sich continuirlich in die Sinneshaare fortsetzen, davon überzeugt man sich am besten am frischen Hügel; aber auch aus denjenigen meiner Osmiumpräparate, welche die Sinneshaare wohl erhalten zeigen, vermag man eine solche Ueberzeugung zu gewinnen.

Nach innen von den Stäbchen folgt eine im optischen Durchschnitte des Hügels etwa 0,01 mm breite, dunklere Schicht spindelförmiger, granulirter Gebilde — ich nenne sie Spindeln — über deren nähere Beschaffenheit und Zusammenhang mit den vorhergehenden und nachfolgenden Theilen sich am frischen Organ wenig ermitteln lässt (Fig. 4 *Sp*). Gelungene Querschnitte (Fig. 8 *Sp*) und noch besser durch Maceration isolirte Präparate zeigen aber, dass es diese Gebilde sind, welche die Stäbchen mit den tiefer gelegenen Elementen (den Körnern Fig. 4 und 8 *Kr*) in Verbidung setzen. Ihre Lage im Hügel ist derjenigen der Sinneshaare und Stäbchen parallel gerichtet; auch sie erstrecken sich wie diese letzteren auf den ganzen Haarfeldbezirk, stehen jedoch in dessen Mitte am dichtesten gruppirt. Die Spindeln sind viel resistenterer Natur als die Stäbchen; durch die schon im frischen Zustande in ihnen vorhandenen körnigen Einlagerungen haben sie ein viel dunkleres Ansehen als jene, und dieses dunklere Ansehen wird noch mehr verstärkt durch Niederschläge bewirkende Reagentien. Vergebens habe ich mich aber bemüht, sei es im frischen, sei es in dem durch Reagentien veränderten Zustande, Kerne nachzuweisen, ein Mangel übrigens, der durch spätere Erläuterungen verständlich erscheinen wird (vergleiche pag. 306).

Die Spindeln haben meistens eine Länge von 0,006—0,008 und eine grösste Breite von 0,002 mm; ihre Form ist durch den ihnen von mir beigelegten Namen wohl charakterisirt.

Unter den durch Maceration isolirten Hügelelementen findet man nicht selten Spindeln, deren beide Enden in feine Fäden auslaufen: es sind dies die abgerissenen Ausläufer, welche einerseits mit den Stäbchen, andrerseits mit den Körnern in Zusammenhang standen. Jedem Zweifel entrückt wurde ein solcher Zusammenhang durch einzelne wohlgelungene Zupfpräparate, welche die Spindeln sowohl mit Stäbchen als mit Körnern noch in Verbindung stehend zeigten.

Die tiefste Stelle im Hügel nimmt die an Masse und Deutlichkeit des Erscheinens alle anderen Elemente übertreffende Schicht der Körner ein (Fig. 4 und 8 *Kr*).

Im frischen Zustande stellen sie blasse, rundliche, wenig scharf begrenzte, kernartige Gebilde von 0,002—0,004 mm Durchmesser dar.

Bei dem matten Ansehen derselben fallen kaum 0,001 mm grosse, intensiv gelb gefärbte, glänzende Bläschen oder Kügelchen, welche ihnen je zu mehreren aufgelagert sind, sehr in die Augen. Letztere sind es, die dem Hügel seine im Leben gelbliche Färbung verleihen. Dass sie den Körnern wirklich aussen aufsitzen, davon habe ich mich durch Zerzupfen des frischen Organs überzeugt. An derart in ihre Elemente zerlegten Organen kann man aber noch eine andere Beobachtung bezüglich der Körner machen: die nämlich, dass sie in feine, blasse, häufig in Knoten anschwellende Fortsätze auslaufen. Durch diese Fortsätze sind die Körner unter sich bald in weiterem, bald in näherem gegenseitigem Abstande mit einander verbunden (Fig. 8 *Kr*). Meistens ist die Zahl der Fortsätze auf zwei beschränkt, indessen solche mit drei Fortsätzen kommen nicht allzu selten vor; mehr als drei habe ich aber nie beobachtet. Die Fortsätze nehmen nicht immer aus den Körnern selbst ihren Ursprung, die Verbindungen kommen vielmehr auch auf solche Weise zu Stande, dass sich der aus einem Korn entspringende Faden gabelförmig theilt und so Aeste zu zwei Körnern abgiebt.

Die Form der Körner ist sehr mannigfaltig; bald rund, bald oval, bald citronenförmig; häufig erscheinen sie auch platt gedrückt. Osmiumsäure färbt sie braun, Goldchlorid violett bis roth; in beiden Reagentien bewahren sie nahezu vollkommen ihr homogenes Ansehen; einen starken körnigen Niederschlag bewirkt dagegen Essig- und Chromsäure. Nie lässt sich in so präparirten Körnern ein Kern nachweisen. Die im frischen Zustande so auffälligen, zwischen den Körnern gelegenen gelben Bläschen werden durch die Einwirkung aller Reagentien zerstört, oder doch zum Mindesten entfärbt. An Stelle der frisch wenig deutlichen Begrenzung tritt ferner eine scharfe Contour und an Stelle des matten Ansehens ein nicht unbeträchtlicher Glanz.

Wie die Körner mit den Fortsätzen der Spindeln in directen Zusammenhang treten, ist bereits hervorgehoben worden.

Wer die bisherige Beschreibung verfolgt, oder auch nur einen Blick auf Fig. 4 und 8 geworfen hat, wird wohl kaum darüber in Zweifel geblieben sein, dass wir es in den problematischen Hügeln des Notomastus mit Sinnesorganen zu thun haben.

Die durch die Verleihung von gewissen Retinaelementen zukommenden Namen an Hügelelemente ausgedrückte Aehnlichkeit habe ich nicht gesucht, diese Aehnlichkeit hat sich mir vielmehr aufgedrängt.

Nun entsteht aber die Frage nach der Innervation dieses Sinnesorgans.

Wir haben die Sinneshaare mit den Stäbchen, die Stäbchen mit den

Spindeln und die Spindeln mit den Körnern successive in Verbindung treten sehen, in eine Verbindung, wie sie durch die schematische Fig. 19 illustrirt wird. Die Verbindung zwischen den Fibrillen eines dem Hügel etwa zustrebenden Nerven mit den Endapparaten des Sinnesorgans wird daher auch — so darf man wohl voraussetzen — in der Körnerschicht zu suchen sein. Daher die Vorfrage: als was ist der Körnerhaufen des Hügels in histologischem Sinne zu betrachten?

Kamen mir, wie dies nicht selten der Fall war, beim Präpariren der Sinneshügel Stücke des Bauchstrangs mit unter das Gesichtsfeld, so war ich oft betroffen von der grossen Aehnlichkeit, welche die Körnerpartie der ersteren mit den Ganglienknoten des letzteren in ihrem Gesammt-Habitus darbot. Eine vergleichende Untersuchung ergab nun, dass den Ganglienzellen der Bauchkette ganz ähnliche gelbe, glänzende Bläschen oder Körnchen aufliegen wie den Körnern. Auch in den Ganglien scheinen sie im frischen Zustande die gelbliche Färbung zu bedingen und von den gebräuchlichen Reagentien zerstört resp. entfärbt zu werden. Weiterhin fand ich, dass unter den Ganglienzellen, besonders in den tieferen Schichten ihres Beleges, ganze Gruppen kleiner mit eben solchen Bläschen besetzter Elemente auftreten, welche von homogenem Ansehen und membranlos sind, in mehrere Fortsätze auslaufen, und eines Kerns entbehren, kurz sich ganz wie die Körner der Sinneshügel verhalten. Aehnliche, nur von viel zarterer Beschaffenheit, fand ich in der Fasermasse sowohl der Ganglien als der Commissuren des Bauchstrangs [1].

Wir können daher den Körnerhaufen des Sinneshügels einem Ganglion des Bauchstrangs vergleichen, welches des Neurilemms, sowie der grossen, vorwiegend peripher gelegenen, meist unipolaren Ganglienzellen beraubt ist und dessen allein vorhandene, multipolare Körner zu einem dichten Haufen zusammengedrängt liegen [2]. Und nun zum Nerven.

---

1) Ich werde in dem Capitel »Nervensystem« der später erscheinenden Monographie zu beweisen versuchen, dass die von Leydig und Anderen sog. »fibrilläre Punktsubstanz« dadurch zu Stande kömmt, dass diese in dem Fasergerüste gelegenen, überaus vergänglichen Körner zerfallen und unter der Form einer fein granulirten Substanz die, durch die vielfach verzweigten Nervenfibrillen zu Stande kommenden Maschen ausfüllen.

2) Unseren Körnern sehr ähnlich scheinen mir die von Ranke (Der Gehörvorgang und das Gehörorgan bei Pterotrachea, Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 25, 1875, Supplement, pag. 96, Taf. 5, Fig. 7) vom Ringganglion des Octopus-Ohrs abgebildeten und als »kleinere kuglige Körner« bezeichneten Gebilde zu sein. Ferner die von Claus (Das Gehörorgan der Heteropoden. Archiv für mikroskop. Ana-

Niemand wird den unter Fig. 8 abgebildeten Hügellängsschnitt betrachten können ohne den Eindruck zu gewinnen, dass das anfangs geschlossene, in dem Maasse aber als es im Sinnesorgan aufsteigt in seine Fibrillen zerfallende Bündel (*SM*) den das Organ versorgenden Nerven darstelle. Mir zum Mindesten war durch den Eindruck dieser und ähnlicher Bilder die Natur dieses Faserbündels als eines Nervenstranges so selbstverständlich erschienen, dass es des zwingenden Einflusses aller dagegen sprechenden Thatsachen bedurfte, um diese Ansicht zu Gunsten einer, dem wahren Sachverhalt entsprechenden, Beurtheilung zu erschüttern.

Ich will den Leser nicht mit einer Schilderung der langwierigen, zeitraubenden, hin und her schwankenden Detail-Untersuchung langweilen, die schliesslich zum Resultate führte, ich will vielmehr gleich auf dieses Resultat hinweisen.

Die transversalen Muskelplatten, welche bei Capitella capitata die Leibeshöhle von der Mitte des Thorax ab bis zum Körperende in zwei horizontal übereinander gelegene Kammern scheiden [1], sind bei Notomastus nur spärlich durch schmale Stränge vertreten, welche in jedem Segmente im Bereiche seiner hinteren Grenze, also in unmittelbarer Nähe des Septums vom Bauche zum Rücken hinziehen (Fig. 6 *TMS*).

Der vermeintliche Nerv, dessen Fasern im Hügel ausstrahlen, ist aber nichts Anderes, als ein Theil dieses transversalen Muskelstranges [2]; die betreffenden Fibrillen sind keine Nerven, sondern sie sind vielmehr Muskelfasern. Die Fig. 6, welche einen auf der Höhe des Sinneshügels durch das Abdomen geführten Querschnitt darstellt, zeigt diesen Muskel von seinem Ursprung bis zur Ausbreitung im Hügel und demonstrirt so die Thatsache in evidentester Weise.

Wie ist nun diese sonderbare Anordnung zu verstehen? welche Function kommt diesem, einen Nerven so täuschend nachahmenden Muskel zu?

Aus dem Vorhergehenden ist erinnerlich, wie unsere Thiere im Stande sind den distalen mit Sinneshaaren besetzten Pol, das sog. Haarfeld des Hügels ein- und auszustülpen. Als die, die Ausstülpung bewir-

---

tomie, Bd. 12, 1876, pag. 108, Taf. X, Fig. 4) als Bestandtheile des Nerven der Pterotrachea-Gehörblase erwähnten Kerne. Claus fasst nämlich die Sache so auf, dass diese Gebilde als kleine, ovale, in den Verlauf der Fibrillen des Nerven eingeschobene Kerne zu betrachten seien.

1) Vergleiche meinen Aufsatz: Die Segmentalorgane der Capitelliden. Heft 1 dieser Zeitschrift, Fig. 8 *TM*.

2) Die anderen Bündel dieses Muskels begeben sich zur Kieme.

kende, Kraftquelle haben wir den frei in der Leibeshöhle circulirenden Hämolymphstrom erkannt; aber welche Vorrichtung ist zum Behufe der Einstülpung getroffen? Für diese Frage, welche ich so lange nicht zu beantworten vermochte, als ich in unserem Faserbündel einen Nerven erkennen zu müssen glaubte, war die Antwort in dem Momente gegeben, in dem ich den Zusammenhang des transversalen Muskels mit den Hügelfibrillen erkannt hatte: der transversale Muskel, resp. der zum Hügel verlaufende Abschnitt desselben ist nichts Anderes, als der Retractor des Haarfelds.

Dem Functioniren dieses Muskels kommen unzweifelhaft zwei bereits besprochene Anordnungen sehr zu statten: nämlich erstens, die Lage des Sinneshügels über der zwischen der dorsalen und ventralen Längsmuskulatur bestehenden, überdies noch durch die benachbarte Kiemenhöhle erweiterten Spalte, und zweitens die an der Hügelbasis befindliche, mit der Perivisceralhöhle direct communicirende Einbuchtung. In Folge dieser Verhältnisse kann der Retractor unbehindert von der Stammes-Muskulatur (auch die Ringmuskulatur scheint im Bereiche der Hügelbasis unterbrochen) zum Hügel gelangen, und ungehemmt seine Excursionen beim Contrahiren und Relaxiren vollziehen.

Was nun die Insertionspunkte der im Hügel ausstrahlenden Muskelfasern betrifft, so bin ich zur Ueberzeugung gelangt, dass die meisten auf der Höhe der Spindeln gelegen sind; denn — und dies war, so lange ich den Muskel für einen Nerven hielt, eine schwer zu verstehende Thatsache, da doch die Fasern eines etwaigen Nerven aller Wahrscheinlichkeit nach sich zum Hügelganglion (den Körnern) begeben mussten — bis dahin lässt sich weitaus die Mehrzahl der Fibrillen deutlich verfolgen (Fig. 8 *SM*). Wie sich aber die letzteren, dort angelangt, weiter verhalten, ob sie und wie sie mit den Spindeln in Zusammenhang treten, habe ich an den abdominalen Hügeln nicht klar zu stellen vermocht: an den thoracalen dagegen lässt sich, Dank einer weniger complicirten Anordnung der einzelnen Elemente, mit Sicherheit erkennen, dass es die Spindeln sind mit deren basalen Theilen diese Fasern verschmelzen (Fig. 9 *TMS*). Demnach würden die Spindeln mit zwei ganz heterogenen Bildungen in Zusammenhang treten: nämlich einmal mit den Stäbchen und mit den Fibrillen der das Hügelganglion constituirenden Körner, sodann mit den Fasern des Haarfeld-Retractors.

Nachdem so die muskulöse Natur des im Hügel ausstrahlenden Faserbündels erkannt war, trat die Frage nach der Innervation des ersteren von Neuem an mich heran. Ich suchte nun durch ein eingehen-

des Studium des Nervensystems Anhaltspunkte zur Lösung des Problems zu gewinnen.

Ein durch die Sinneshügel rechtwinklig auf die Längsachse des Thieres geführter Querschnitt trifft auch den im Bereiche der ventralen Medianlinie gelegenen Ganglienknoten. Dieser Knoten giebt in jedem Segmente auf beiden Seiten je 3, selten je 4 verschieden starke Nerven ab. Alle diese Nerven durchbohren nach längerem oder kürzerem scharf rechtwinklig auf die Längsachse gerichteten Verlauf die Stammesmuskulatur, um sich theils in der Längs-, theils in der Ring-Muskulatur und schliesslich auch in der Haut zu verzweigen. Einer dieser Nerven aber, und zwar der mittlere der 3 in der Regel vorhandenen, passirt unverzweigt die genannten Muskellager und steigt zwischen ihnen und der Haut vom Bauch gegen den Rücken auf (Fig. 6 *N*). Auf der Höhe der Kieme angelangt, spaltet er sich sodann in zwei ziemlich gleich starke Aeste, deren einer sich zur Kieme begiebt und deren anderer die Richtung gegen den Sinneshügel hin einschlägt. Ich besitze zwei derselben Serie wie Fig. 6 angehörige Schnitte, in denen man den letzteren Ast bis zum Sinneshügel-Retractor hin verfolgen, ja ein Stück neben letzterem gegen den Hügel hin verlaufen sehen kann.

Wenn dem Sinneshügel überhaupt ein specielles Nervenbündel zukommt, so haben wir es sicher in diesem Aste vor uns; aber es ist mir nie gelungen diesen Ast weiter als bis zur eben beschriebenen Stelle verfolgen zu können: mit anderen Worten: ich habe unter den im Hügel ausstrahlenden Muskelfasern nie Nervenfasern zu unterscheiden vermocht; eine Schwierigkeit übrigens, die sich nicht blos an dieser Körperstelle geltend machte. Nicht unerwähnt will ich lassen, dass ich einige Mal bei der Präparation des frischen Hügels an dessen innerer, der Kieme zugekehrten Seite, im Bereiche der Körnerschicht, und zwar der Hügelwandung anliegend, zahlreiche mit den Körnern in Zusammenhang stehende Fasern antraf, welche gegen die Hügelbasis hin verliefen. Dieser Befund spräche dafür, dass der eben erwähnte Nervenast nicht gemeinsam mit dem Muskel durch die Hügelhöhle in das Organ eindringt, sondern vielmehr, an letzterem angelangt, umbiegt, um von der Seite her mit seinen Fasern die Körnerschicht zu erreichen. Alle Bemühungen aber in meinen Schnitten etwas von dieser Anordnung wiederzufinden blieben erfolglos.

Aus alle dem geht hervor, dass ich zu einer Entscheidung der Innervationsfrage nicht gelangt bin; es steht vielmehr dahin ob:

1) der erwähnte, zwischen Muskulatur und Hypodermis zur Kieme

aufsteigende Nerv mit dem einen seiner Aeste den Hügel versorge oder nicht, und ob im ersteren Falle der betreffende Ast gemeinsam mit dem Retractor seine Fibrillen ausstrahle, oder aber von der Aussenseite des Hügels in die Körnerschicht eindringe; oder ob

2) dieselben Zweige der 2 oder 3 Nerven, welche Muskulatur und Haut versorgen auch Fibrillen zum Hügel entsenden.

2. Die Seitenorgane des Thorax.

Auch hier drängte sich mir zunächst die Frage auf: Stellen diese angeblich seitlichen Oeffnungen oder Poren des Thorax (Fig. 1 *ST*) wirklich Durchbohrungen des Hautmuskelschlauchs dar? Sind sie Oeffnungen, vermöge welcher die Leibeshöhle mit der Aussenwelt zu communiciren vermag?

Betrachtet man einen lebendigen, auf der Seite liegenden Notomastus mit einer starken Loupe, so kann man die Poren leicht unterscheiden: Meistens stellen sie elliptisch geformte Spalten dar, welche, je nachdem das Thier seinen Thorax zusammenzieht oder ausdehnt, sich im ersteren Falle durch Aneinanderlegen der Ränder schliessen, im letzteren Falle aber durch Auseinanderziehen dieser Ränder weiter, rundlich öffnen. In unserer Fig. 1 *ST* machen sich dieselben in ihrer Mittelstellung als Ellipsen geltend.

Ganz besonders bei gedehntem Thorax gewinnt man den Eindruck, Oeffnungen der Leibeshöhle vor sich zu haben, und unter diesem Eindrucke begann ich auch Experimente mit gefärbten Flüssigkeiten anzustellen. Vergebens; ich konnte niemals Spuren der in dieser Flüssigkeit suspendirten Farbkörnchen in der Perivisceralhöhle der Thiere nachweisen. Auch die mikroskopische Untersuchung, bei der ich so verfuhr, dass ich die Würmer chloroformirte, durch einen dorsalen oder ventralen Medianschnitt spaltete und nun auf dem Objectträger ausbreitete, ergab keine positiven Resultate. Von aussen betrachtet sah ich den angeblichen Porus, wie sehr auch dessen Ränder durch Dehnung der Thoraxwandungen auseinandergezerrt wurden, stets in der Tiefe durch eine dunkle körnige Masse ausgefüllt, von innen betrachtet, sah ich aber Muskulatur und Haut entfernt nicht Spalten[1]) darbieten, welche den äusseren Poren entsprochen hätten.

---

1) Es finden sich nämlich regellos vertheilte Spalten in allen faserigen Geweben des Körpers, besonders in der Muskulatur und in dem Bauchstrange. Diese Spalten dienen wohl unseren gefässlosen Thieren zur Fortleitung der Hämolymphe.

Dieses Ergebniss wurde auch durch die positiven, vermöge des Abbé'schen Beleuchtungsapparats hergestellten Bilder bestätigt: nie kam an Stelle der Pore das dunkle Gesichtsfeld zum Vorschein.

Bei solcher Untersuchung pflegten sich zuweilen die Thoraxwandungen etwas aufzurollen, so dass die bis dahin in der Flächenansicht erschienenen Poren sich nun im Profil darstellten. Aus einer so im Profil ins Auge gefassten Pore sah ich nun eines Tages zu meiner nicht geringen Ueberraschung einen rundlichen Hügel ragen, dessen Kuppe mit ganz ähnlichen steifen Haaren besetzt erschien wie die Sinneshügel am Abdomen. Unter meinen Augen wurde dieser Hügel verschiedene Male entweder ganz oder theilweise eingezogen und wieder vorgestülpt.

Nun war mir die Bedeutung unserer Gebilde klar: Die Sinneshügel sind nicht blos auf das Abdomen beschränkt, sie setzen sich auch auf den Thorax fort. Während sie aber auf dem Abdomen frei, höchstens unter dem Schutze der Kieme stehen, stecken sie am Thorax in Hauthöhlen (Seitenorganhöhlen), aus denen sie hervorgestreckt werden können. Die Poren aber sind nichts Anderes als die äusseren verdickten Ränder der Spalten (Seitenorganspalten) dieser Höhlen, welche, je nachdem sie auseinandergezogen oder zusammengedrückt werden, den Hügel mit der Aussenwelt in Communication setzen, oder aber ihn von jeder Berührung mit dieser absperren.

Dass die an ihrem distalen Pole mit so empfindlichen Nervenendigungen bedeckten Sinneshügel bei Thieren, welche im Sande leben und im Sande wühlen, mit irgend welchen Schutzvorrichtungen gegen äussere Insulten versehen sein müssen, ist wohl schon a priori anzunehmen. Wir lernten an den Hügeln des Abdomens zwei solche Vorrichtungen kennen: erstens, die Lage der Hügel in dem Winkel der Hakentasche oder Kieme, zweitens, die Fähigkeit des Hügels seinen, offenbar empfindlichsten Theil, das Haarfeld, einzustülpen. Nur die letztere Schutzvorrichtung theilen die Hügel des Thorax mit denjenigen des Abdomen; denn: am Thorax giebt es keine Haken und in Folge dessen auch keine Hakentaschen. Man könnte nun schliessen, dass sich als Compensation für den Ausfall der geschützten Lage im Winkel von Kiemen bei den thoracalen Hügeln die Retractilität des ganzen Hügels entwickelt habe, um so mehr, als die Hügel des Thorax eines weit energischeren Schutzes bedürfen als diejenigen des Abdomen, indem beim Bohren im Sande der Thorax allein die Bohrbewegungen auszuführen hat, und das Abdomen von ihm lediglich nachgezogen wird.

Die Lage der retractilen Sinneshügel des Thorax stimmt mit derjenigen der nicht retractilen des Abdomen vollkommen überein. Wie

letztere, so liegen auch erstere jeweils in der Nähe der hinteren Segmentgrenzen, auf der Höhe der Parapodien, und zwar je zwischen dem dorsalen und ventralen Borstenbündel (Fig. 3 und 7). Während aber die abdominalen Hügel, in Folge der mächtigen Entwickelung der Bauchmuskulatur, im Anfang des Abdomen ganz auf den Rücken geschoben werden, und erst in dem Maasse, als im weiteren Verlaufe diese Bauchmuskulatur an Höhe abnimmt, auch auf die Seiten des Thierleibes herabrücken, also eine von vorn gen hinten mählig sich neigende Linie beschreiben (Fig. 16 *b*, *c*, *d*), stehen die Hügel des Thorax vom ersten bis zum letzten borstentragenden Segment in einem nahezu sich gleichbleibenden Abstande von den ventralen und dorsalen Borstenbündeln, beschreiben also eine annähernd gerade Linie (Fig. 1 *ST*). Mit Bezug auf die beiden Borstenbündel eines Segments, liegen die Hügel auf der Grenze des ersten und zweiten Drittels einer, zwischen beiden, und zwar vom dorsalen zum ventralen Bündel gezogen und in drei gleiche Theile zerlegt gedachten, geraden Linie.

In einem Punkt herrscht zwischen der Topographie der abdominalen und thoracalen Hügel ein bedeutsamer Unterschied: Im Abdomen sind die Stränge der ventralen und dorsalen Längsmuskulatur durch einen ansehnlichen Spalt unterbrochen, und im Bereiche dieser Unterbrechung liegen die Sinneshügel (Fig. 6); in Folge dieser Lage, sowie des Umstandes, dass die Ringmuskulatur auf eine äusserst dünne, in der Hügelregion überdies noch unterbrochene Schicht reducirt ist, vermögen die abdominalen Hügel, resp. deren ausgehöhlte Basen (Sinneshügel-Höhlen) direct mit der Perivisceralhöhle zu communiciren. Durch diese Communication wird ja der Eintritt des Blutstroms in die Sinneshügel-Höhle ermöglicht, in welchem Strome wir die Kraft erkennen zu dürfen glaubten, durch welche das eingestülpte Haarfeld wieder nach aussen hervorgewölbt werden kann.

Im Thorax dagegen ist eine solche scharfe Trennung zwischen der dorsalen und ventralen Längsmuskulatur nicht vorhanden (Fig. 7 *LMd* und *LMv*); aber gesetzten Falls auch sie wäre vorhanden, so könnte dieselbe doch nicht zu ähnlichen Beziehungen der resp. Hügel zur Leibeshöhle führen wie die entsprechende Anordnung im Abdomen, aus dem einfachen Grunde, weil im Thorax die Ringmuskulatur eine sehr mächtige Entwickelung erlangt (Fig. 7 *RM*). So kommt es, dass die retractilen Hügel des Thorax, im Gegensatz zu den frei stehenden des Abdomen, weder eine Beziehung zur Leibeshöhle, noch eine Beziehung zu den Trennungslinien der Stammes-Längsmuskulatur aufweisen.

An den Sinneshügeln des Thorax muss man unterscheiden: den

Sinneshügel selbst, und die Höhle, in welche er zurückgezogen, resp. aus welcher er hervorgestreckt werden kann. Gegen die Leibesoberfläche hin, also an ihren Mündungen, werden die Höhlen von etwas aufgewulsteten Lippen begrenzt (Seitenorganspalten), und diese, die Mündungen begrenzenden Lippen sind, wie wir schon hervorgehoben haben, formveränderlich. Wird der Thorax gedehnt, nimmt sein Längendurchmesser auf Kosten des Querdurchmessers zu, so öffnen sich die Mündungen, ihre im Ruhezustand elliptische Grenzlinie erweitert sich bis zum Kreise, der Hügel ist weit ausgestreckt; contrahirt sich der Thorax, so schliessen sich die Mündungen, die Ellipse verwandelt sich in einen kaum wahrnehmbaren Spalt, der Hügel ist zurückgezogen.

Im Ruhezustande ragt der Hügel mit einem Drittel bis zur Hälfte aus dem Spalte hervor (vergleiche Fig. 3 und 5).

Meistens öffnet sich die Hügelhöhle inmitten eines der grossen Polygone, in welche die Cuticula durch tiefe Furchen getheilt ist (Fig. 5); häufig aber sind auch mehrere Polygone an der Herstellung der Mündung betheiligt (Fig. 3).

Es muss nun aber mit allem Nachdruck hervorgehoben werden, dass eine Seitenorganhöhle, in welcher der retrahirte Sinneshügel steckt, und eine Seitenorganspalte, welche mit gewulsteten Lippen diese Höhle schliesst, nur so lange existirt, als der Sinneshügel zurückgezogen ist. In dem Maasse als der Hügel vorgestülpt wird, schwindet auch die complicirte Vorrichtung, so dass an Schnitten, welche durch ausgestreckte Hügel geführt wurden, keine Spur derselben nachzuweisen ist, vielmehr alle Strata des Hautmuskelschlauchs continuirlich über und unter dem Hügel weg verlaufend gefunden werden (Fig. 7 und 9). Die Seitenorganhöhlen und Seitenorganspalten (Poren) des Thorax sind demnach keine fixen Gebilde, sondern vorübergehende, durch Lageveränderungen bedingte, Zustände der Sinneshügel. Ein solches Verhältniss darf uns wohl aber nicht abhalten die betreffenden Bildungen ins Auge zu fassen, und mit Namen zu belegen; ich unterschied daher am Thorax ausser den Sinneshügeln, noch deren Höhlen, in welche sie zurückgezogen werden können, als Seitenorganhöhlen, sowie die von Lippen begrenzten Spalten dieser Höhlen als Seitenorganspalten, und fasse unter »Seitenorgan des Thorax« diese drei Begriffe zusammen, wogegen die Bezeichnung »Seitenorgan des Abdomen« unter allen Umständen mit dem Begriffe Sinneshügel identisch bleibt.

Wir haben gesehen, dass sich an der Basis der abdominalen Hügel je mehrere von der Stammesmuskulatur entspringende Muskeln inseriren, mit Hülfe welcher diese Organe ihre Stellung mit Bezug auf die Körper-

achsen zu verändern vermögen. An den thoracalen Hügeln lassen sich keine solchen Muskelstränge wahrnehmen; es wäre aber auch schwer sich eine ähnliche Anordnung am Thorax vorzustellen, da ja am letzteren die Hügel keine so freie Lage haben wie im Abdomen, vielmehr ringsum von den soliden Geweben des Hautmuskelschlauchs begrenzt werden. Durch welchen Mechanismus kommt nun aber die Zurückziehung, resp. die Vorstreckung der thoracalen Hügel zu Stande?

Nach reiflicher Ueberlegung bin ich zur Ansicht gelangt, dass die Coincidenz der Zusammenziehung des Thorax und der Einziehung der Hügel, sowie der Dehnung des Thorax und der Vorstreckung der Hügel keine zufällige ist, dass wir vielmehr in diesen die Hügelexcursionen begleitenden Thorax-Gestaltveränderungen zum Theil das gesuchte ursächliche Moment vor uns haben. Wie die eingezogenen Hügel durch Dehnung der Leibesmuskulatur nach aussen gedrängt werden müssen, ist nach der vorhergehenden Beschreibung des Einstülpungsmodus leicht einzusehen; aber bei der Zurückziehung des Hügels muss sich wohl zur Contraction der Leibesmuskulatur, welche die Faltung der bezüglichen, die Hügel begrenzenden Hautschichten (resp. die Herstellung der Hügelhöhlen) ermöglicht, noch die Contraction transversaler, sich an der Circumferenz der Hügelbasis befestigender und das Circumscripte der Einstülpung bedingender Muskelfasern gesellen. Und es fehlt nicht an solchen; denn mit dem, dem Hügelcentrum zustrebenden Haarfeld-Retractor [1]) ganz übereinstimmende Muskelbündel strahlen auch im Umkreis des Hügels in der Stammesmuskulatur aus (Fig. 9 *TM*).

Die Grösse der Seitenorganspalten (Poren) schwankt, insofern man gleich grosse Thiere dem Vergleiche unterzieht, in ziemlich engen Grenzen; längs des Thorax eines gegebenen Thieres jedoch, lässt sich von den vorderen zu den hinteren Segmenten eine allmähliche Zunahme der Durchmesser constatiren. Am erwachsenen Thiere schwanken diese Durchmesser zwischen 0,06 und 0,01, am jugendlichen, zwischen 0,04 und 0,06 mm, welche Maasse auf die annähernd zur Kreisform expandirten Lippen bezogen sind.

Die Hügel selbst stimmen in ihrer Form fast ganz mit denjenigen des Abdomen überein; sie stellen sich ebenfalls als rundliche Knospen dar (Fig. 3 und 5). Wie bei den abdominalen, so ist aber auch bei den thoracalen Sinneshügeln die Feststellung dieser Normalform durch eine bedeutende Formveränderlichkeit erschwert, insbesondere kann das Haarfeld auch bei den thoracalen Seitenorganen mehr oder minder tief

1) Vergleiche bezüglich dieses Retractors pag. 298.

eingestülpt werden, und je nach dem Grade dieser Einstülpung schwankt das Ansehen der Hügel auch hier zwischen dem von kugeligen Knospen, auf deren distalem Pole die Sinneshaare ausstrahlen (Fig. 5), und demjenigen von becherförmig ausgehöhlten Fortsätzen, aus deren Oeffnungen die Sinneshaare hervorragen (Fig. 3). Sowohl an ausgestreckten, als halb oder ganz eingezogenen Hügeln habe ich das Haarfeld bald eingestülpt, bald hervorgewölbt angetroffen und unter meinen Augen häufig Hügel von dem einen Stadium in das andere übergehen sehen. Die verschiedenen Stellungen, deren die retractilen Hügel demnach fähig sind, werden durch die schematischen, unter Fig. 15 abgebildeten Umrisszeichnungen versinnlicht, welche Bilder als frontale, durch die Hügelcentra geführte Längsschnitte gedacht sind (vergleiche die bezügliche Tafelerklärung).

Die Grösse der thoracalen Hügel steht hinter derjenigen der abdominalen etwas zurück; der Durchmesser ersterer erreicht nämlich selten über 0,06—0,08 mm; ferner nimmt bei ihnen das Haarfeld einen viel kleineren Theil der Kugeloberfläche ein, was wohl mit der Thatsache in Zusammenhang steht, dass normal der grössere Theil dieser ihrer Oberfläche in der Hügelhöhle versteckt liegt, und nur die dem distalen Theile zunächst liegende Region frei bleibt.

Die Sinneshaare (Fig. 3 und 5) unterscheiden sich in Nichts von denjenigen der abdominalen Seitenorgane; sie haben die gleiche Länge von 0,004—0,006 mm, verschmälern sich ebenfalls gegen das freie Ende hin und gehen, die Cuticula durchbohrend, in die letzterer Membran auch hier zunächst liegende Stäbchenschicht über. In Anordnung und Form stimmen die Stäbchen (Fig. 9 *St*) mit den gleichnamigen Bildungen der Seitenorgane des Abdomen vollkommen überein, aber in ihrer Grösse bleiben sie hinter denjenigen der letzteren zurück, indem ihre Länge nur 0,003 bis 0,004 mm erreicht.

Im Gegensatze hierzu übertreffen die Spindeln der thoracalen Hügel (Fig. 9 *Sp*) diejenigen der abdominalen bedeutend an Grösse; sie haben nämlich eine Länge von 0,014 bis 0,02 mm; auch sind sie selten so regelmässig spindelförmig wie letztere und setzen sich ferner häufig, anstatt vermittelst eines fadenförmigen Ausläufers, mit breit abgestuztem Rande der Stäbchenbasis an. Sie erinnern dann auffällig an gewisse, der Hypodermis zugehörige Zellformen, wovon weiter unten die Rede sein wird. — Die Hauptmasse des Hügels bilden auch hier die vorwiegend seine Basis ausfüllenden Körner (Fig. 9 *Kr*) [1]. Wie im abdo-

1) Aus der relativ geringen Anzahl von Körnern in unserem unter Fig. 9 abgebildeten Präparat darf nicht geschlossen werden, dass in den thoracalen Hügeln

minalen Hügel, liegen sie dicht gedrängt, durch Fortsätze unter einander und mit den Spindeln verbunden; nur in ihrer Grösse bleiben sie hinter den abdominalen etwas zurück, indem sie nur 0,002—0,003 mm im Durchmesser erreichen. In den Präparaten fällt oft eine grosse Uebereinstimmung dieser Körner mit den Kernen gewisser Hypodermis-Zellen auf, eine Uebereinstimmung, welche ebenfalls in einem folgenden Abschnitte gebührende Berücksichtigung finden soll.

Gelegentlich der Besprechung des in den abdominalen Hügeln ausstrahlenden Faserbündels, in welchem wir den Retractor des Haarfeldes erkannt haben, wurde der Schwierigkeit gedacht: sich angesichts einer solchen Anordnung, von dem Eindrucke loszureissen, dass man es hier ausschliesslich mit einem den Hügel versorgenden Nerven zu thun habe. Diese Schwierigkeit wächst, angesichts der entsprechenden Fasern in den Seitenorganen des Thorax (Fig. 9 *TMS*); denn hier ist der directe Uebergang dieser Fasern in die basalen Abschnitte der Spindeln unverkennbar. Aber auch hier ist dieses Faserbündel, welches schon im frischen Thiere als ein den Hügel durchsetzender Strang erkannt wird, nichts Anderes, als ein durch seine Contraction die Einstülpung des Haarfelds verursachendes Muskelbündel.

Es ist zwar ein sehr grosser Abstand zwischen den gleichmässig bandförmigen, da und dort einen grossen ovalen Kern enthaltenden Primitivfasern der die Stammesmuskulatur constituirenden Bündel (Fig. 9 *RM*), und den uns beschäftigenden, überaus feinen, stellenweise spindelförmig anschwellenden Fäden, — indessen, es wurde schon einmal darauf hingewiesen, dass die Muscularis anderer Organe, so diejenige des Darmes und der Septa sich aus ganz ähnlichen, kaum von Nerven unterscheidbaren Fäden aufbaue; und dem kann hinzugefügt werden, dass mit diesen Fasern ebenfalls auf das Genaueste übereinstimmen: die Anfänge oder Wurzeln aller der im Wurmleib vorhandenen transversalen Muskeln, also obenan die Retractoren der Parapodien. Die Ursprünge dieser in der Perivisceralhöhle als geschlossene Bündel verlaufenden Muskeln dringen nämlich in die longitudinale und circulare Stammesmuskulatur ein und zerfallen hier strahlenförmig in ihre Fasern, welch' letztere sich bis zur Basis der Hypodermis verfolgen lassen (Fig. 7 und 9 *TM*)[1].

diese Körner etwa zu keinem so dichten Haufen angewachsen seien, wie in den abdominalen. Ich verfüge über mehrere Präparate, welche beweisen, dass sich die Körnerschicht der ersteren kaum aus weniger zahlreichen Elementen aufbaut, als diejenige der letzteren. Im erwähnten Präparat sind vielleicht einzelne Körnergruppen herausgefallen.

1) Man beachte in Fig. 7 besonders denjenigen *TM*, welcher die Fortsetzung des Retractormuskels (*PM*) des ventralen Parapodium rechter Seite bildet.

Wenn man in Fig. 7 die zum Hügel verlaufenden Fasern gegen die Perivisceralhöhle hin verfolgt, so stösst man auf einen Retractor-Muskel des linken, dorsalen Parapodium; ich habe immer die Retractoren des Haarfeldes in dieser Weise verlaufen sehen und glaube denn auch (behaupten kann ich es nicht, weil der Zufall wollte, dass gerade in der Hügelregion in keinem meiner Präparate eine Continuität zwischen den beiden Bildungen bestehen blieb), dass die Retractoren des Haarfeldes nichts Anderes sind als die Wurzeln je eines der ventralen Retractoren dorsaler Parapodien [1]). Dass es sich so verhält, ist um so wahrscheinlicher, als jene transversalen Bündel, welche im Abdomen, die Leibeshöhle dorsoventral durchsetzend, mit einem Theil ihrer Fasern den Haarfeldretractor bilden (Fig. 6), im Thorax an entsprechender Stelle fehlen, und ich keine anderen Muskelbildungen zu nennen wüsste, die als Quelle des genannten Retractors angesehen werden könnten.

Es bleibt noch nachzuweisen, auf welchem Wege das eingestülpte Haarfeld bei den thoracalen Hügeln wieder zur Ausstülpung gelangt. Bei den abdominalen ist es die Kraft des Blutstroms, welche diese Ausstülpung verursacht; für jene kann nun diese Kraftquelle gar nicht in Betracht kommen, indem, wie aus unserer topographischen Beschreibung hervorging, am Thorax, zwischen der Perivisceralhöhle und den Seitenorganen, eine mächtige Muskulatur gelegen ist. Sollte vielleicht an den Thoraxhügeln die Elasticität der eingestülpten Wandung allein genügen, um beim Nachlassen der Retractor-Wirkung das Haarfeld wieder in seine alte Lage zurückzubringen? Dasselbe Moment könnte ja auch bei den abdominalen Hügeln den Ausstülpungsvorgang mit verursachen helfen.

Was nun schliesslich die Frage nach der Innervation betrifft, so gilt für die Hügel des Thorax alles das mit Bezug auf diese Frage für die Hügel des Abdomen zur Sprache Gebrachte gleicherweise; auch hier steht man allen den an jener Stelle erwogenen Alternativen gegenüber.

3. Histiologische Definition der beschriebenen Sinneshügel-Elemente.

Durch Seitenorgane geführte Querschnitte zeigen auf den ersten Blick, dass wir es in diesen Sinneswerkzeugen mit Gebilden des Ecto-

---

1) Dieser Anordnung zufolge muss zwischen der durch jenen Muskel hervorgerufenen Bewegung des bezüglichen Parapodiums und der durch ihn hervorgerufenen Retraction des Haarfeldes, Coincidenz herrschen.

derms zu thun haben. In dem unter Fig. 9 abgebildeten Schnitte stellt sich ja der Hügel geradezu als integrirender Theil der Hautschicht dar.

Zu Gunsten dieser auf unzweideutige topographische Thatsachen sich stützenden Ansicht, kann ich nun als weiteren Beweis die Thatsache hinzufügen, dass ein vergleichendes Studium der Haut- und Hügel-Structur die unverkennbarste Uebereinstimmung ihrer beiderseitigen Elemente ergeben hat.

Die Darstellung dieser Uebereinstimmung erlegt mir aber die Nothwendigkeit auf, zuerst ein Bild der Hypodermis-Structur unserer Thiere zu geben [1].

---

1) Kein Organsystem hat mir, mit Bezug auf die histiologische Analyse, grössere Schwierigkeiten bereitet, als die Hypodermis. Um nur ein Beispiel zu geben, möge hervorgehoben werden, dass ich am Anfange meiner Untersuchungen niemals in den, im Uebrigen noch so wohl gelungenen Schnitten, erhaltene Drüsenzellen oder deren Kerne wahrzunehmen vermochte; entweder waren diese Theile im Todeskampfe ausgepresst, oder von den Reagentien zerstört worden.

Die Haut ist ferner, je nach den verschiedenen Körpertheilen überaus verschiedenen Ansehens, und wenn ich auch allmählich diese Abweichungen auf einen Typus zurückführen zu lernen vermochte, so wirkten sie doch vorher, im Laufe des Studiums, überaus hemmend, indem der in ihnen liegende Widerspruch mich zwang, gewonnene Einsichten immer wieder von Neuem zu verwerfen.

In der obigen Beschreibung der Hypodermis habe ich alle diese ihre Modificationen vernachlässigt; denn zum Verständniss derselben sind Abbildungen unerlässlich, und solche könnten in erwünschter Anzahl dieser Mittheilung nicht beigegeben werden; ich muss daher in dieser Beziehung auf meine ausführliche Beschreibung in der nachfolgenden Monographie verweisen. Für den gleichen Ort habe ich auch alle historisch-kritischen Angaben aufgespart; hier möchte ich nur das Eine hervorheben, dass das Verhalten der Capitelliden-Hypodermis in hohem Maasse mit demjenigen übereinstimmt, welches Claparède von der Haut der Lumbriciden (Histologische Untersuchungen über den Regenwurm, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 19, 1869, pag. 567) und von denjenigen einiger Seeanneliden (Recherches sur la Structure des Annélides sédentaires, Genève 1873, pag. 12) beschrieben hat. Er bezeichnete dieses von einer gewöhnlichen, in der Form eines Epithels sich aufbauenden Hypodermis so verschiedene Gewebe als »alveoläres«, in welchem die Wände der Alveolen — unsere Fadenzellen — Protoplasmanetze mit eingestreuten Kernen darstellen sollten, während die Alveolen selbst — unsere Plasma- oder Drüsen-Zellen — als intercelluläre Räume oder modificirte Zellen aufzufassen wären, denen die Rollen von Drüsen zukämen. Da Claparède in diesen Alveolen vergebens nach Kernen suchte, so nannte er sie »intercellulare Drüsenkörper.«

Diese, wie er selbst fühlte und aussprach, für den Histiologen wenig einleuchtende Vorstellung vom Aufbau der Hypodermis, speciell der Lumbricus-Hypodermis, wurde von Seiten mehrerer Nachfolger Claparèdes, welchen die Auffindung der Kerne in den sog. Alveolen gelungen war, corrigirt; aber in einem Punkte sind doch Alle hinter ihm zurückgeblieben: nämlich in der Werthschätzung des anderen Hypodermis-Elements (unserer Fadenzellen). Claparède hatte es zwar durchaus

Betrachtet man die Haut eines frischen Notomastus unter starker Vergrösserung, so erscheint dieselbe wie siebartig durchbrochen. Verschieden grosse, wasserhelle, durchaus homogene Flecken von runder oder unregelmässiger Form, werden bald in geringerem, bald in grösserem gegenseitigen Abstande, von einer ebenfalls ziemlich homogenen, aber etwas dunkler erscheinenden Substanz, wie eben so viele Löcher, umrahmt. Keinerlei Zellgrenze oder Kernbildung lässt sich entdecken, und vergebens sucht man das eigenthümliche Bild in diesem Zustande histiologisch aufzuklären.

Setzt man dem Präparat etwas Essigsäure zu, so findet momentan eine radicale Veränderung desselben statt: Die wasserhellen Flecken werden getrübt, und in der sie umgebenden Zwischensubstanz treten zahlreiche, scharf umschriebene, rundliche bis ovale, kernartige Gebilde verschiedener Grösse auf, welche unter sich durch ein System von Ausläufern verschiedensten Durchmessers mit einander zusammenhängen. Wir glauben ein Protoplasmanetz vor uns zu haben, welches zahlreiche granulirte Kerne enthält, und welches mit seinen Maschen je ebenso viele Ballen eines homogenen und äusserst vergänglichen Plasma umschliesst.

Durch ein schärferes Zusehen, insbesondere durch Profilansichten, überzeugen wir uns dann, dass die vermeintlichen Kerne der Zwischensubstanz in der Tiefe in ebensolche Ausläufer übergehen, wie sie das an der Hypodermis-Oberfläche thun: was sich als Kernbildung darstellte ist also nichts Anderes, als der optische Querschnitt eines mit seiner Basis der Hautoberfläche zu gerichteten und nach allen Seiten hin sich verzweigenden, kegelförmigen Gebildes.

Um nun zu einem Verständnisse dieser von dem typischen Hautepithel so durchaus abweichenden Structur zu gelangen, bedurfte es eines eingehenden Studiums von Schnitten und Macerationspräparaten. Erstere, senkrecht auf die Längsachse wohlgehärteter Thiere geführt (Fig. 9, 17 und 18), zeigen uns als auffallendsten Bestandtheil der Hypodermis zahlreiche, von der Cuticula zur Muscularis verlaufende, fadenartige Körper, welche ich Fadenzellen nennen werde (Fig. 9, 17 und 18 *HFZ*): sie entsprechen der Zwischensubstanz frischer, und dem Protoplasmanetz mit Scheinkernen von Essigsäurepräparaten.

Zwischen den Fadenzellen erkennen wir, wo die fraglichen Bildungen überhaupt erhalten blieben, meistens nur ein diffuses Plasma mit

falsch gedeutet, aber gleichwohl in seiner Bedeutung als Hautcomponent zu würdigen verstanden, wogegen seine Nachfolger es entweder ganz übersahen, oder zu einer blossen Zwischensubstanz herabdrückten. —

zahlreichen Kernen (Fig. 17 *HDZ*), in günstigen Fällen aber (Fig. 9 und 18 *HDZ*), treffen wir auf — wenigstens an ihrer Basis — wohl abgegrenzte, flaschenförmige, mit je einem Kerne versehene Körper, welche derjenigen Zellform angehören, die ich im Gegensatz zu den Fadenzellen als Plasmazellen bezeichnen werde. Die Plasmazellen aber — resp. ihre in den meisten Präparaten allein wahrnehmbaren Zerfallproducte — entsprechen den homogenen, wasserhellen Flecken, welche der frischen Haut das siebartig durchbrochene Ansehen verleihen.

Durch Maceration gelang es, diese beiden, die Hypodermis zusammensetzenden Elemente zu isoliren und nach solchen Präparaten will ich zunächst Faden- und Plasmazellen genauer beschreiben.

Die Länge der Fadenzellen richtet sich nach dem Hautdurchmesser; wo der letztere bedeutend ist, wie in der mittleren Region des Thorax, da pflegen auch diese Zellen eine entsprechend bedeutende Länge zu erreichen; wo sich dagegen die Haut zu einer ganz dünnen Schicht verschmächtigt, wie auf der Rückenseite des Abdomen, da nehmen sie auch entsprechend an Länge ab. Ueberaus mannigfaltig ist die Form und Structur dieser Zellen: bald haben wir massive Cylinder vor uns, die in einen feinen Faden auslaufen, bald streifige Kegel, deren Spitzen in Fasern ausstrahlen, bald sind es überaus dünne Platten, welche aus palisadenförmig nebeneinander aufgereihten Fäden bestehen bald wieder saftigere Gebilde, welche mehr an gewöhnliche Zellen erinnern. Es frägt sich nun mit welchem Rechte man überhaupt von diesen sonderbaren Körpern als von Zellen sprechen kann, wie es sich mit den Kernen verhält. An so ausgesprochenen Fadenzellen, wie sie vornehmlich den Thorax zusammenzusetzen pflegen, habe ich in der Mehrzahl aller Fälle auch keine Spur von einem, auf einen Kern beziehbaren Dinge aufzufinden vermocht; selbst von den zwischen den einzelnen Fäden wahrnehmbaren Ansammlungen eines, oft mit körnigen Einlagerungen versehenen Protoplasma, musste es zweifelhaft bleiben, ob es ursprünglich schon den Fadenzellen angehört hatte, oder aber nur zufällig, erst von den zerfallenen Plasmazellen aus, zu ihnen gelangt war. An den Fadenzellen des Abdomen dagegen liess sich häufig Zellenleib und Zellenkern wohl unterscheiden; am Abdomen haben nämlich die Fadenzellen meist saftige, protoplasmatische Köpfe, welche den mehr homogenen, kegelförmigen und mit ihrer Spitze in einen Faden auslaufenden Kernen aufsitzen. Wir haben hier also Zellen mit sog. geschwänzten Kernen vor uns. Nachdem ich aber erst einmal diese kennen gelernt, und bei Thieren mit in Regeneration befindlichem Abdomen noch viel prägnanter ausgebildet gefunden hatte, gelang es auch, bei wiederholter

Untersuchung, in einzelnen Präparaten vom Thorax eben solche geschwänzte Kerne nachzuweisen. Trotzdem bin ich aber der Ansicht, dass in den meisten Fadenzellen ein Kern, als solcher, nicht mehr existirt, dass vielmehr dem Endstadium dieser Zellen ein Verschwinden des Kerns oder eine Auflösung desselben in Fasern entspricht.

Die Grösse der Plasmazellen richtet sich ebenfalls nach dem Haut-Durchmesser; wir treffen sie daher am längsten in der Mitte des Thorax, am kürzesten am Abdomen. Hinsichtlich der Form bieten sie kaum eine geringere Mannigfaltigkeit als die Fadenzellen dar; meistens begegnen uns flaschenförmige, daneben aber auch spindelförmige oder cylindrische und zwar in den verschiedensten Durchmessern. Die cylindrischen erscheinen sodann entweder an beiden Enden abgerundet, oder am Fussende in feine Fasern auslaufend, wozu sich endlich auch noch am Kopfende eine flaschenförmige Einschnürung gesellen kann.

Grössere Uebereinstimmung herrscht in der Structur: Die Plasmazellen entbehren vor Allem ausnahmslos einer Membran. Ihr Substrat ferner stellt sich in allen Präparaten als ein helles, vergängliches, oft an Schleim erinnerndes Plasma mit spärlichen körnigen Einlagerungen dar. Unter den nur selten in den Zellen fehlenden Kernen, kann man zwei Arten unterscheiden: kleinere, homogene, sich ungemein stark tingirende, und grössere granulirte, mit geringerer Verwandtschaft zu Farbstoffen. Form und Grösse dieser beiden Kernbildungen schwankt ausserordentlich.

Es ist, wenigstens theilweise, sicher der Membranlosigkeit, sowie der grossen Vergänglichkeit dieser Zellen zuzuschreiben, dass man, selbst in wohl erhaltenen Schnitten, so häufig vergebens nach ihnen sucht, an deren Stelle vielmehr entweder nur Hohlräume (Wabenräume, Alveolen), oder aber diffuses Plasma mit unregelmässig zerstreuten Kernen findet.

Die so beschaffenen beiden Zellenspecies sind nun im Aufbau der Hautschicht folgendermassen angeordnet: Die Fadenzellen bilden, sei es durch Aneinanderlegen ihrer Ränder, oder durch Verbindung ihrer fadenförmigen Fortsätze, ein continuirliches Gerüstwerk, von dessen Fächern die Plasmazellen umschlossen werden. Von dem Vorhandensein förmlicher Alveolen kann man sich am besten an Oberflächenansichten und Schnitten überzeugen, aber auch unter den durch Zerzupfung gewonnenen Zellengruppen zeigten uns jeweils einige noch diese Art der Verbindung. Unter diesen sind besonders instructiv einzelne Plasmazellen, welche von einer grösseren Anzahl Fadenzellen noch umschlossen gehalten werden.

Den nöthigen Halt zur Herstellung eines solchen Gerüstwerks ge-

winnen die Fadenzellen einmal durch ihre Verschmelzung mit der Muscularis, sodann durch ihre innige Verbindung mit der Cuticula. Die Innigkeit der letzteren Verbindung ist so gross, dass beim Abziehen der Cuticula, trotz der vorhergegangenen Maceration des Präparats, oft ganze Strecken weit die Fadenzellen an ihr hängen bleiben. Es sind überaus feine der Cuticula zugekehrte Endfasern der Fadenzellen, welche diese Verbindung vermitteln.

In solchen Macerationspräparaten bleiben aber beim Abziehen der Cuticula nicht nur Fadenzellen, sondern auch — wo die Erhaltung es überhaupt zulässt — Plasmazellen hängen. Es sind die sich allmälig fadenartig zuspitzenden, peripherischen Enden solcher Zellen, welche diese Verbindung bewirken, und zwar derart, dass je ein Faden in je eine Pore der Cuticula eindringt.

Es ist klar, dass wir in den Plasmazellen Drüsenzellen vor uns haben, als deren Ausfuhrcanäle eben die Poren der Cuticula fungiren. Diese Auffassung der Plasmazellen wird durch ihr Verhalten im frischen Zustande bestätigt. Bei Oberflächenansicht eines ausgebreiteten Hautstücks gelangt unser Blick durch Senken des Tubus von je einer Pore ausgehend, stets auf eine Plasmazelle, und auf Druck sieht man häufig das Plasma dieser Zellen in Form verschieden grosser Kugeln oder Würste durch die Poren hindurch austreten. Für die Drüsenfunction spricht auch, dass man diese Zellen am Rücken des Abdomen häufig schneckenförmig gewunden trifft und dass ihr gewöhnlich homogenes Plasma zuweilen eine fast totale Umwandlung in ausserordentlich kleine Fäden und Stäbe erleidet, in eben solche Fäden und Stäbe, wie sie bei manchen Individuen zu Hunderttausenden in dem von ihnen abgesonderten Schleime aufzutreten pflegen. Dieses Austreten der Plasmazellen, sei es normal als Schleim, oder, bei Misshandlung der Thiere, in mehr fester Form, wirkt sicherlich auch zu der bereits hervorgehobenen Thatsache mit, dass man in den Präparaten so häufig das Fachwerk der Fadenzellen durchaus leer findet.

Die Plasmazellen sind demnach Drüsenzellen, welchen zwar insofern eine Individualität zukommt, als in der Regel eine jede je einen Kern und je eine distincte Ausfuhröffnung zu besitzen pflegt, welche aber doch darin sich wesentlich von sog. einzelligen Drüsen [1]) unterscheiden,

---

1) Um zu keinem Missverständnisse Veranlassung zu geben, will ich nicht zu bemerken unterlassen, dass auch bei Notomastus zeitweise einzellige Drüsen mit deutlicher Membran und deutlichem Ausführungsgange vorkommen. Sie stehen dann reihenförmig, zu breiten Gürteln angeordnet, auf der Rückenhaut des Ab-

dass ihnen eine besondere Hülle mit eigenem Ausführungsgange abgeht, und dass sie wahrscheinlich nicht wie letztere im Stande sind längere Zeit hindurch zu fungiren, resp. sich, aus sich heraus, jeweils wieder zu erneuern, vielmehr in der Schleimabsonderung jeweils aufgehen, um durch jüngere, von unten her nachwachsende Zellen ersetzt zu werden.

Als das Drüsen-Individuum ist in unserem Falle vielmehr die Gesammthaut zu betrachten, in welcher die Fadenzellen das Stroma, die Plasmazellen die Pulpa, und die Cuticula den polystomen Ausführungsgang repräsentiren. —

Wie haben wir uns nun die eben beschriebene Hautstructur an den zur Entwicklung der Seitenorgane herangezogenen Partien modificirt zu denken?

Als wesentlichste Abänderung macht sich das Fehlen der Plasma- oder Drüsenzellen geltend; ausschliesslich die Fadenzellen sind am Aufbau der Hügel betheiligt. An den zu grosser Selbständigkeit gelangten und mit Bezug auf ihre Structur stark differenzirten Hügeln des Abdomen ist die Zurückführung der Hügelelemente auf Fadenzellen nicht sofort in die Augen springend; diese Zurückführung ergiebt sich dagegen auf den ersten Blick hin bei den viel weniger aus dem Verbande der Haut herausgetretenen und in ihrer Structur viel ursprünglicher gebliebenen Hügeln des Thorax. Wenn wir an dem unter Fig. 9 abgebildeten Querschnitte allein die als Stäbchen und Spindeln bezeichneten Theile ins Auge fassen und mit den Fadenzellen der unmittelbar angrenzenden Hautpartien vergleichen, so ist die Uebereinstimmung in der That eine schlagende. Der obere an die Cuticula grenzende Abschnitt der Fadenzellen ist im Sinneshügel zum Stäbchen, der untere, in einen oder mehrere Fäden auslaufende Abschnitt der Fadenzellen, das heisst der geschwänzte Kern, ist zur Spindel umgewandelt: denken wir uns nur in den angrenzenden Hautpartien die Drüsenzellen weg und die Fadenzellen eng aneinandergerückt, so entsteht eine dem Ansehen des Hügels durchaus ähnliche Anordnung. Die Sinneshaare, sowie die Körner, haben wir als, den specifischen Leistungen des Hügels entsprechend, neu hinzugetretene Bildungen anzusehen. Was übrigens die Körner betrifft, welche, wie schon hervorgehoben wurde, vornehmlich im Thorax eine grosse Aehnlichkeit mit den kleineren, homogenen Kernen der Drüsenzellen aufweisen, so können sie sich vielleicht noch

---

domen (vergl. diese Zeitschrift, Heft I, Tafel IV, Fig. 1 *H D G*) und entwickeln sich wahrscheinlich auf Kosten der Plasmazellen. Doch darüber kann ich erst in einer folgenden Publication ausführlich berichten.

als blosse Anhäufungen dieser in der Hypodermis zerstreut stehenden Elemente herausstellen.

II. Beschreibung der becherförmigen Organe.

Die in den vorigen Capiteln beschriebenen Sinneshügel wiederholen sich in je einem Paare vom ersten bis zum letzten borstentragenden Körpersegmente: es sind segmentale Organe; im Nachfolgenden haben wir es dagegen mit Sinneshügeln zu thun, welche am Kopflappen, Thorax und Rüssel durchaus unregelmässig zerstreut stehen: mit diffus vertheilten Organen.

Den in der Ueberschrift gebrauchten Namen hat mir die grosse Aehnlichkeit eingegeben, welche diese Gebilde mit den sog. becherförmigen Organen der Fische etc. darbieten.

Alle bisher von mir darauf untersuchten Capitelliden sind im Besitze dieser Organe: ich beschränke mich aber darauf, sie — wie die Seitenorgane — an diesem Orte ausschliesslich vom Notomastus lineatus zu beschreiben.

Noch sei bemerkt, dass Claparède[1]) die Existenz der becherförmigen Organe am Kopflappen der Capitella capitata kennen gelernt und ihrer mit folgenden Worten gedacht hat: »La surface du lobe céphalique est en outre couverte de larges papilles circulaires, mesurant 11 mier. en diamètre, percées chacune d'un canal dans l'axe et hérissés de petits poils roides, fort courts«.

4. Die becherförmigen Organe des Kopflappens.

Sie sind die weitaus am leichtesten nachweisbaren. Es genügt ein junges Thier, oder aber den abgeschnittenen Kopf eines erwachsenen unter mässig starker Vergrösserung zu betrachten, um sofort einen oder den anderen Becher an den über das Niveau der Haut hervorragenden Sinneshaaren zu erkennen.

Zunächst pflegt man dieselben nur an den Seiten des Kopflappens, wo sie sich im Profil darstellen, wahrzunehmen; durch Drehen des Thieres aber überzeugt man sich leicht, dass der Kopflappen in seiner ganzen Circumferenz Träger solcher Organe ist. Auf je ein und dersel-

1) IV. 272.

ben Einstellungsebene zählte ich von der Spitze bis zur Basis derselben je 10—20 Organe. Daraus lässt sich ermessen, dass die Zahl derselben allein schon am Kopflappen nach Hunderten geschätzt werden muss. Bei oberflächlicher Einstellung auf das Profil eines becherförmigen Organs erkennt man an dem Umbiegen der Cuticula-Contour die Grenzlinie des von der Haut hergestellten Bechers (Fig. 10). Senkt man den Tubus, so verschwindet der dem Beobachter zugekehrte Theil der Becherwandung, und der die Sinneshaare tragende Kegel, das eigentliche Sinnesorgan, welches wir auch hier als Sinneshügel bezeichnen, kommt zum Vorschein (Fig. 11). Wir müssen demnach, wie bei den retractilen Sinneshügeln (Seitenorganen) des Thorax, so auch hier, eine Hügelhöhle (den Becher), und den Sinneshügel selbst unterscheiden.

Die Sinneshügel der becherförmigen Organe ragen gewöhnlich nur mit dem vordersten, die Sinneshaare tragenden Abschnitte aus den Bechern hervor; aber je nach dem Contractions-Zustande sieht man sie bald weiter eingezogen, bald weiter ausgestreckt als in dieser ihrer Mittelstellung. Obwohl ich hierüber keine Beobachtung zu machen Gelegenheit fand, glaube ich doch, es als ziemlich sicher hinstellen zu dürfen, dass die Höhle der becherförmigen Organe (der Becher) nach einem ähnlichen Modus zu Stande kommt wie diejenige der Seitenorgane des Thorax, dass also die Höhlen der ersteren ebensowenig fixe Bildungen sind wie diejenigen der letzteren.

Die Form der diffusen Hügel ist derjenigen der segmentalen sehr ähnlich; sie bilden nämlich ebenfalls solide, rundliche bis kegelförmige Knospen (Fig. 11). Bezüglich der Grösse aber stehen die ersteren hinter den letzteren bedeutend zurück, indem ihr Durchmesser durchschnittlich nur 0,006 bis 0,01 mm, also etwa ein Zehntel der Thoraxhügel beträgt.

Ueber die segmentalen Hügel hinweg sahen wir die Cuticula des Rumpfes in fast unverändertem Durchmesser hinwegziehen; die becherförmigen Organe lassen keinen solchen — wenigstens so unveränderten — Uebergang der Cuticula auf ihre Hügel erkennen. Auch bei starker Vergrösserung vermochte ich keine doppelte Contour nachzuweisen, so dass es lange fraglich erschien, ob sich bei den letzteren, entsprechend ihrer geringen Grösse, die Cuticula nur stark verdünne, oder aber, ob die Cuticula an diesen Stellen geradezu durchbrochen sei, und demnach die Hügelsubstanz frei zu Tage trete. Der Mangel jedweder solcher Durchbohrung an vom Kopflappen abgezogenen Cuticulafragmenten entschied jedoch schliesslich zu Gunsten der ersteren Alternative.

Die Sinneshaare der diffusen Hügel sind 0,004 mm lang, wenig

zahlreich, und ihrer ganzen Länge nach gleich breit, also stäbchenförmig; wogegen diejenigen der segmentalen Hügel, wie wir sahen, sehr zahlreich, haarförmig und 0,04—0,06 mm, also etwa 10mal so lang sind. In der Breite stimmen — insofern man nämlich die Basen der Seitenorgan-Sinneshaare allein ins Auge fast — beide so ziemlich überein; auch verläuft das Absterb-Phänomen an den Sinneshaaren der diffusen Hügel ganz ähnlich wie ich es von denjenigen der segmentalen geschildert habe.

Ueber die Structur der diffusen Hügel habe ich nicht viel mitzutheilen; ihre ausserordentliche Kleinheit, die Unmöglichkeit, sie auf Schnitten von den ringsum liegenden Hypodermis-Elementen zu unterscheiden, erschwert ihr Studium nach dieser Seite hin sehr. Alles was ich im frischen Hügel von Differenzirungen zu erkennen vermochte, beschränkt sich auf eine Anzahl heller, rundlicher, kaum messbarer Kügelchen, die in der Hügelbasis ohne scharfe Grenze in das Gewebe der Hypodermis überzugehen schienen (die becherförmigen Organe durchsetzen nämlich nicht die ganze Dicke der Hypodermis wie die Seitenorgane, behalten vielmehr eine ganz oberflächliche Lage).

Ob sich daher die diffusen Sinneshügel aus ähnlichen Gewebstheilen aufbauen wie die segmentalen, ob sie aus Körnern, Spindeln etc. zusammengesetzt sind, deren Grösse nur in demselben Verhältnisse kleiner, als das gesammte becherförmige Organ kleiner ist, muss ich dahingestellt sein lassen.

Auch über die Innervation der einzelnen Becher vermag ich Nichts mitzutheilen; nur das will ich hervorheben, dass der Schlundring, kurz bevor er das Gehirn erreicht, jederseits einen starken, nach dem Kopflappen hin verlaufenden Ast abgiebt, und dass ferner auch die vorderen Gehirnlappen in je einen, nach dem Kopflappen zu gerichteten und sich in demselben verzweigenden Fortsatz auslaufen.

5. Die becherförmigen Organe des Thorax.

Im Gegensatze zu den becherförmigen Organen des Kopflappens, sind diejenigen des Thorax schwer wahrzunehmen, da sie meistens durch die übereinandergeschobenen Hautpolygone verdeckt werden.

Auch hier lassen sich diese Organe nur an den Seiten des der Beobachtung unterzogenen Thieres, also vom Profil, überhaupt gut erkennen. Durch Drehen des Wurmes überzeugt man sich erst, dass der ganze Umfang des Thorax stellenweise mit becherförmigen Organen besetzt ist. Ich zählte auf einer Einstellungsebene von der vorderen Grenze

des vierten bis zur vorderen Grenze des fünften Segments drei solche Organe; weiterhin scheinen sie spärlicher zu stehen, um am Abdomen ganz zu verschwinden. Weitaus am dichtesten stehen sie aber am Mundsegment, welches, vorzüglich in seinem ventralen, der Mundöffnung zu gerichteten Abschnitte förmlich damit besät ist. Nach alledem müssen wir wohl ihre Zahl am Thorax nach Tausenden schätzen.

Die becherförmigen Organe des Thorax stimmen mit denjenigen des Kopflappens vollständig überein; die Fig 10 und 11 könnten, abgesehen von dem etwas anderen Verhalten der Hypodermis, gerade so gut solche Organe vom Thorax wie vom Kopflappen darstellen; alles in Bezug auf Bau und Structur von letzteren Gesagte gilt daher auch für erstere. Nur bezüglich der etwaigen Innervation möchte ich bemerken, dass von der Bauchganglienkette sowohl, als auch vom Schlundring, zahlreiche Nervenäste zur Haut abgehen, und es wohl Zweige solcher sein werden, welche die becherförmigen Organe des Thorax eventuell versorgen.

6. Die becherförmigen Organe des Rüssels.

Auffallend ist das Vorkommen becherförmiger Organe am Rüssel; um so auffallender, als sich diese Organe in Nichts von denjenigen des Kopflappens und Thorax unterscheiden. Studirt man aber den Bau dieses Rüssels näher, so findet man, dass er seiner Zusammensetzung nach durchaus das Gepräge des Hautmuskelschlauchs, und nicht dasjenige des Darmes an sich trägt: Der Rüssel erscheint ganz wie eine Einstülpung der äusseren Körperwandungen. Zu äusserst finden wir dieselben Cuticula-Polygone, nur in Gestalt von Papillen stärker hervorgewölbt; bedeckt von diesen Polygonen erscheint ein vollständig mit der Hypodermis übereinstimmendes Gewebe, und unter diesem endlich, eine entsprechende Schicht von Längs- und Ring-Muskelfasern. Erst an derjenigen Stelle des Schlundes, welche normal nicht mehr zur Vorstülpung gelangt, nehmen die Wandungen des Tractus den Charakter einer stark gefalteten Schleimhaut an, deren Oberfläche mit Flimmerhaaren besetzt ist.

Fast eine jede Papille des Rüssels ist Träger eines becherförmigen Organs, so dass auch hier deren Zahl wohl Hunderte betragen wird. Die Lage derselben fand ich constant auf dem freien Pole der Papille (Fig. 12, 13, 14).

An den becherförmigen Organen des Rüssels liessen sich, Dank der viel weniger mächtigen hypodermalen Schicht, einige deren Structur

betreffende — allerdings sehr dürftige — Beobachtungen machen: Wohlerhaltene Schnittpräparate zeigten nämlich im Centrum der Papillen, an Stelle der Sinneshügel, dicht zusammengedrängte Bündel von Fadenzellen, und zwischen letzteren, hauptsächlich aber an deren Basis, Gruppen von Kernen, wie deren auch sonst in der Rüssel-Hypodermis zerstreut vorkommen. Solche Präparate wiesen auch Durchschnitte von zwischen Muscularis und Hypodermis verlaufenden Nerven auf, über deren Ursprung ich aber nicht ins Klare gekommen bin.

III. Die Homologien der unter I und II beschriebenen Organe.

7. Vergleich der Seitenorgane der Capitelliden mit den Seitenorganen der Vertebraten.

Die Seitenorgane der Capitelliden folgen einer streng metameren Anordnung; wie verhalten sich dem gegenüber die gleichnamigen Organe der Vertebraten?

Als ich mich mit dieser Frage zu beschäftigen begann, war ich der Meinung, dass die hierauf bezüglichen Verhältnisse bei den Fischen klar gestellt seien, musste dann aber erfahren, dass, abgesehen von einigen nebenbei gemachten Angaben von Stannius[1], in der mir zugänglichen Fachliteratur sowohl, als auch in den Handbüchern die Beziehungen des Seitenorgansystems zur Körpergliederung fast so gut wie unberücksichtigt geblieben waren[2].

In Anbetracht dessen war es mir in hohem Grade erwünscht, dass gerade zur Zeit, als ich vergebens nach Anhaltspunkten zur Beantwortung der aufgestellten Frage suchte, eine auf dieselbe vielfach Bezug nehmende Arbeit Malbranc's[3] zur Veröffentlichung gelangte.

Malbranc[4] kommt aber zu dem Resultate, dass dem ursprünglichen Plane gemäss bei den Amphibien die Vertheilung der Seitenorgane der Segmentation des Leibes angepasst zu sein scheine.

Auch bei den Fischen ist seiner Ansicht nach an der principiellen Gliederung des Seitenorgansystems nicht zu zweifeln, »weil die segmen-

1) XXIV. 101.

2 Dieselbe Enttäuschung scheint auch Malbranc (vergleiche XIV, 47) erfahren zu haben.

3) XIV. 24. 4) XIV. 46, vergleiche auch pag. 31, 34, 35 und 38.

talen Abtheilungen, wenn auch ihre Grenzen durch die Vervielfältigungen im Endapparate verwischt seien, sich mindestens in dem leitenden Bestandtheile erhalten haben«. Zu Gunsten des letzteren Satzes beruft sich MALBRANC hauptsächlich auf die oben citirte Angabe von STANNIUS, derzufolge bei Anguilla und bei den Haien die vom N. lateralis Vagi zu dem Seitenorgansystem tretenden Zweige den intermuskularen Bändern entsprechend, also metamer, auftreten sollen.

Eine endgültige Entscheidung der Frage nach der segmentalen Anlage des Seitenorgansystems versprach sich MALBRANC aus dem Studium von Embryonen, wozu er aber keine Gelegenheit hatte. —

Mit Bezug auf die Fische erfahren wir nun durch eine kürzlich erschienene Publication SOLGER's [1]), dass die freien Seitenorgane des erwachsenen Stichlings (Gasterosteus pungitius), im Einklang mit MALBRANC's Vermuthung, genau nach den Segmenten des Leibes vertheilt seien: »so zwar, dass entweder nur ein einziges, oder mehr gegen den Kopf hin, je zwei Organe einem Metamer entsprechen [2])«.

Entwickelungsgeschichtlich ist das Seitenorgansystem unter Berücksichtigung seiner Beziehungen zu den Leibessegmenten — so weit ich sehen kann — nur von BALFOUR [3]) und zwar an Selachiern untersucht worden. Seiner Beschreibung nach wird jenes System in Form einer linearen, jederseits auf der Höhe der Chorda am Epiblast auftretenden Verdickung angelegt, welche sich allmählich zu einem Canale aushöhlt und in demselben Maasse, als dieser Process sich abspielt, von der Hautoberfläche nach innen rückt. Hierauf erst beginnt die Bildung segmentaler Oeffnungen: »In stage P. the first indication of segmental apertures to the exterior make their appearance, vide Pl. XII. Fig. 4. The lateral line forms a canal situated completely below the skin, but at intervals (corresponding with segments) sends upwards and outwards prolongations towards the exterior«.

Dieses Verhalten der Selachier spricht anscheinend nicht zu Gunsten eines ursprünglich segmentalen Charakters der in Rede stehenden Organe. Dem gegenüber ist aber Folgendes zu berücksichtigen: BALFOUR

---

1) XXIII. 77.

2) Ich selbst habe mir ebenfalls eine grössere Anzahl junger Seefische — allerdings nur flüchtig und ohne die Arten, denen sie zugehörten, bestimmt zu haben — auf die Vertheilung ihres Seitenorgansystems angesehen und habe in mehreren, am Rumpfe wenigstens, eine segmentale Vertheilung gefunden.

Besonders deutlich scheinen mir übrigens die jetzt so leicht zu beschaffenden Macropodus (Larven) diese Vertheilung aufzuweisen.

3) I. 141—144.

scheint weniger die Entwickelung der Seitenorgane d. h. der Nervenknöpfe oder Sinneshügel, als vielmehr die Entwickelung der Seitencanäle verfolgt zu haben; die Seitencanäle aber, auf welche allein sich seine Angaben beziehen lassen, sind, eine wie grosse Bedeutung sie auch allmählich erlangt haben mögen, doch, gegenüber den Sinneshügeln, als das Secundäre zu betrachten.

Ein besseres Object zur Lösung unserer Frage von Seiten des embryologischen Standpunktes werden jedenfalls Teleostier und Amphibien abgeben, indem bei ihnen, genauer bei vielen von ihnen, in der Jugend, der wesentliche Theil des Seitenorgansystems, nämlich die Sinneshügel, frei stehen, und sich das — bei Selachiern offenbar schon im Embryo anlegende — Canalsystem erst in den heranwachsenden Jungen, resp. Larven, ausbildet. Leider ist eine solche embryologische Untersuchung auch heute noch blosses Desiderat. —

Darf nun nach diesen immerhin dürftigen Angaben die eingangs gestellte Frage, als in bejahendem Sinne beantwortet, betrachtet werden? Ich glaube allerdings. Mir scheint wenigstens zufolge der Angaben von Stannius, Malbranc und Solger der ursprünglich allgemein segmentale Charakter des Seitenorgansystems nicht mehr bezweifelt werden zu können. Die Störung der Metamerie, welche sich hauptsächlich in einer Vermehrung der Seitenorgane in den einzelnen Segmenten bekundet (bei den Amphibien — und unter den Fischen bei den Schollen — sind drei Seitenlinien die Regel), muss als eine secundäre Erscheinung betrachtet werden. Diese Betrachtung wird gewiss nicht gezwungen erscheinen, wenn man bedenkt, dass Malbranc's [1]) Entdeckung zufolge, die Seitenorgane der Amphibien sich durch Theilung zu vermehren im Stande sind, dass also noch heute an diesen Thieren sich ein Process nachweisen lässt, der zur Ausbildung der Dysmetamerie Mittel und Wege dargeboten haben kann.

Auch an Motiven, welche eine Vermehrung der Seitenorgane begünstigt haben mögen, fehlt es nicht: Vor Allem ist einleuchtend, dass angesichts aller der störenden Einflüsse, welche die wenig geschützte Haut dieser Thiere zu bedrohen vermögen, Individuen mit einer Mehrzahl von Seitenorganen, gegenüber solchen mit einer Minderzahl, allgemein im Vortheil sein werden; sodann liegt vielleicht in der specifischen Function ein Factor, der insbesondere die Vermehrung der Organreihen (Seitenlinien) begünstigt haben mag. Malbranc [2]) hat zuerst nachdrück-

1) XIV. 76.
2) XIV. 45.

lich auf die Gesetzmässigkeit hingewiesen, in welcher sich die Stellung der Seitenorgane zur Längsachse des Körpers bewegt. Querstellung des einzelnen Seitenorgans in der oberen und Längsstellung desselben in der mittleren und unteren Reihe ist Regel, und da sich die Sinneszellen durchweg conform der grösseren Achse des Ovals aufgereiht zeigen, so erscheinen auch ihre Reihen in den bezüglichen Linien auf einander senkrecht gestellt.

Malbranc deutet nun dieses Factum zu Gunsten der von F. E. Schulze über die Function der Seitenorgane aufgestellten Hypothese, der zufolge diese Organe dazu dienen sollen, Strömungen und gröbere Wellenbewegungen als Schallschwingungen innerhalb des Wassers zu percipiren. Er ist der Ansicht, »dass die ungleichen Wirkungen auf zwei coordinirte, senkrecht gegeneinander gestellte Organe combinirt ein deutlicheres Bild von der Richtung und Kraft, z. B. der afficirenden Wellenbewegung zur Anschauung bringen«. —

Die Seitenorgane des Notomastus liegen auf der Höhe der die dorsale und ventrale Längsmuskulatur von einander scheidenden Furche. Im Abdomen ist dieses Lagerungsverhältniss überaus klar, indem hier bei der geringen Entwickelung der Ringmuskulatur die Seitenorgane mit ihren Basen geradezu in diese Furchen hineinragen; im Thorax ist dasselbe Verhältniss weniger auffällig, weil sich dort, zwischen Längsmuskulatur und Seitenorgane, eine mächtige Ringmuskulatur einschiebt.

Wenn es nun gestattet ist dieser Furche oder Grenzlinie diejenige zu vergleichen, welche die dorsale und ventrale Masse des Seitenmuskels bei den Vertebraten von einander scheidet, so ergiebt sich auch in dieser Hinsicht eine bezeichnende Parallele zwischen den Seitenorganen der Vertebraten und denjenigen der Capitelliden. Bei den Vertebraten scheinen nämlich überall, wo die Verhältnisse einigermassen ursprüngliche geblieben sind, sowohl die Seitennerven, als auch die Seitenorgane im Bereiche dieser Linie zu verlaufen. Stannius[1], der diese Seite der Morphologie des Seitenorgansystems bei den Vertebraten am genauesten verfolgt hat, kommt zu folgendem Schlusse: »Bei den Fischen und bei den meisten nackten Reptilien, sowie bei den Larven der Batrachier, verläuft der eigentliche Stamm der Seitennerven, — abgesehen von seinen, ausser bei den Fischen, auch bei den Reptilien vorkommenden grösseren oberflächlichen Aesten — constant zwischen den beiden Massen des Seitenmuskels«. Zur selben Erfahrung haben auch die embryologischen Forschungen geführt:

1 XXIV. 109.

Götte [1]) hat nämlich am Unkenembryo für die Seitenorgane und Balfour [2]) am Selachierembryo für den Seitennerven, das Hineinrücken der bezüglichen Anlagen zwischen die dorsale und ventrale Masse des Seitenmuskels auf's Unzweideutigste festgestellt.

Bis zu dem Erscheinen von Leydig's [3]) bahnbrechenden Untersuchungen wurde — abgesehen von den Selachiern — das Seitenorgansystem der Vertebraten allgemein für einen Schleim absondernden Apparat gehalten; daher der ja noch heute vielfach gebrauchte Name »Schleimcanäle«. Durch Leydig's Entdeckung der innerhalb des Canalsystem's gelegenen Nervenknöpfe (Sinneshügel), wurde zuerst der allein wesentliche Theil des Systems demonstrirt, und der Canalapparat infolge dessen als secundärer Schutzapparat zugleich in sein richtiges Licht gesetzt.

F. E. Schulze [4]) zeigte sodann wie bei gewissen Fisch- und Amphibien-Larven zunächst nur frei stehende Sinneshügel auftreten, deren empfindlichster Theil, das Haarfeld, durch eine hyaline Röhre geschützt werde, und wie das Canalsystem erst nachträglich durch Entstehen einer Rinne und lippenartiges Aneinanderlegen ihrer Ränder um diese Hügel herum gebildet werde. Weiterhin fand F. E. Schulze [5]), dass es bei Gobius minutus niemals zur Entwickelung von Canälen komme, dass vielmehr diese Thiere zeitlebens die Sinneshügel frei stehend erhielten.

Solger [6]) hat dann gefunden, dass nicht nur Gobius, sondern auch der Stichling und der Hecht im erwachsenen Zustande die freistehenden Seitenorgane — wenigstens am Rumpfe — bewahrten; derselbe Autor vertritt ferner die Ansicht, dass freie Seitenorgane wahrscheinlich allen Knochenfischen mit undeutlicher oder nicht sichtbarer Seitenlinie eigen seien, sowie, dass dieselben allen Teleostiern, auch wenn sie später Seitenorgane in Canälen besässen, in einem gewissen Stadium ihrer Entwickelung zukämen.

Diesem Verhalten der Fische und Amphibien entspricht nun augenfällig dasjenige der Capitelliden: Notomastus hat am Abdomen freistehende Hügel; sie sind vergleichbar den zeitlebens freistehend bleibenden Hügeln von Gobius, Gasterosteus und dem Hechte, oder den vorübergehend freistehenden der Larven. Die bei den Vertebraten in diesem Falle vorhandenen hyalinen Röhren werden bei Notomastus durch die geschützte Lage der Organe im Winkel der Kiemen ersetzt.

1) V. 605. 2) I. 144.
3) XI. Vergleiche besonders Abschnitt I. Historisches und Kritisches etc.
4) XV. 759. 5) XVIII. 64. 6) XXIII. 77.

Am Thorax hat Notomastus in Höhlen mit verschliessbaren Lippen zurückziehbare Hügel; sie entsprechen den in Höhlen oder Canälen der Haut eingeschlossenen Seitenorganen der Vertebraten. Dass diese, die Hügel beschützenden Hohlräume, im einen Falle nur jeweils nach Bedürfniss zu Stande kommen, im anderen Falle dagegen fixe Bildungen repräsentiren, wird wohl keinen Einwand gegen die Parallelisirung der beiderseitigen Anordnungen ausmachen können, um so weniger, als ja auch bei den Vertebraten die Ausbildung des Seitencanalsystems verschiedene Abstufungen zwischen blossen, die Hügel umrahmenden Hautwällen (Petromyzon, Amphibien) [1], und mit Skeletvorrichtungen versehenen, complicirten Röhrensystemen (gewisse Teleostier), aufweist [2].—

Hinsichtlich der Form der Seitenorgane herrscht zwischen Vertebraten und Capitelliden vollkommene Uebereinstimmung; sowohl von Fischen, als von Amphibien werden die das eigentliche Sinnesorgan repräsentirenden Theile als solide, rundliche, sich in nichts Wesentlichem von den Notomastus-Sinneshügeln unterscheidende Hügel oder Knospen beschrieben.

Vollkommene Uebereinstimmung beiderseits herrscht auch in dem wichtigen Punkte, dass sowohl die Sinneshügel der Vertebraten als diejenigen der Capitelliden rein epidermoidale Bildungen darstellen. Bezüglich der Vertebraten wird diese Auffassung der Hügel von allen Autoren, welche sich überhaupt mit der Histiologie dieser Organe beschäftigt haben, ohne Ausnahme vertreten, und was die Capitelliden betrifft, so haben wir, insbesondere an den thoracalen Hügeln von Noto-

---

1) Die sog. Epithelgruben des Ammocoetes und des Petromyzon, Höhlen in deren Grunde die Sinneshügel stecken (vergl. LANGERHANS VIII. S. Taf. I, Fig. 5, 6) nähern sich von allen bei Vertebraten bekannt gewordenen, dem Seitenorgan-Canalsystem zugehörigen Bildungen am meisten den »Seitenorganhöhlen« der Capitelliden; man vergleiche die erwähnten Fig. 5 und 6 von LANGERHANS mit unseren schematisch gehaltenen Fig. 15 *c* u. *d*.

Kaum weniger übereinstimmend mit unseren Thieren verhalten sich sodann die Amphibien, bei denen ja die Sinneshügel ebenfalls nur in einfachen Epidermishöhlen stecken, welch letztere sich spaltförmig nach aussen öffnen. Man vergleiche unsere Fig. 3 und 5 mit MALBRANC'S XIV, Taf. III, Fig. 35, oder mit LANGERHANS IX, Tafel XXXI, Fig. 7.

2) Bezeichnend für das schwankende und accommodative Verhalten dieser Vorrichtungen ist die von LANGERHANS (VIII. 13) gemachte Angabe, dass — im Gegensatze zu den Teleostiern — bei der Larvenform des Neunauges die Seitenorgane geschützter lägen als beim ausgebildeten Thiere. LANGERHANS fasst diese Abweichung — wie mir scheint ganz richtig — als eine Anpassungserscheinung auf, indem Ammocoetes im Schlamme, Petromyzon dagegen frei schwimmend, oder an festen Körpern angesaugt, lebt.

mastus gesehen, in welch' hohem Grade das Prädicat »epidermoidal« (oder hypodermal) berechtigt ist.

Dies führt uns auf den Vergleich der Structur der beiderseitigen Hügel: Zunächst ist hervorzuheben, dass man bei den einen, wie bei den andern, einen centralen, aus den eigentlichen nervösen Elementen sich aufbauenden Theil (Spindeln und Stäbchen: Capitelliden, Birnzellen oder Nervenzellen: Vertebraten) von einer peripherischen, aus mehr oder weniger modificirten Epidermiselementen sich zusammensetzenden, jedoch die Spitze des Hügels freilassenden Hülle (Hypodermzellen: Capitelliden, Schalt- oder Deckzellen: Vertebraten) unterscheiden kann. Durch dieses Verhältniss kommt der, sich auch äusserlich sofort in der von uns als »Haarfeld« unterschiedenen Hügelkuppe manifestirende Eindruck zu Stande, dass der Hügel mit einem Ueberzuge gewöhnlicher, oder wenig modificirter Epidermiszellen bekleidet sei, der nur am Pole, so weit sich das Haarfeld erstreckt, eine Unterbrechung erleidet.

Beim Notomastus hat sich ergeben, dass die den Körper und den basalen Theil des Hügels bedeckende Cuticula, trotz des Mangels der Hypodermzellen, auch über das Haarfeld hinweg ziehe; es frägt sich nun wie sich — wo überhaupt eine Cuticula vorhanden ist — diese Haut bei den Vertebraten verhält; ob sie nämlich, wie bei den Capitelliden, ebenfalls allein über das Haarfeld wegzieht, oder ob sie sich anders verhält.

Malbranc [1] sagt, dass es ihm bei Amphibien nie gelungen sei die Cuticula als eigene Deckschicht auf der Krone eines Organs nachzuweisen; er glaubt, dass die langen Zellen des Seitenorgans zwar eine schützende Deckschicht aussondern, dass aber diese nicht gerade der allgemeinen Cuticula der Epidermis äquivalent sei. Langerhans [2] dagegen hält es für wahrscheinlich, dass über die Sinneshügel der Petromyzonten die Körper-Cuticula hinweg ziehe. —

Die auffallendste und bemerkenswertheste Structur-Aehnlichkeit zwischen den Sinneshügeln der Capitelliden und denjenigen der Vertebraten besteht nun aber darin, dass bei beiden die central gelegenen Nervenzellen (Spindeln und Stäbchen: Capitelliden, birnförmige Zellen: Vertebraten) in feine, starre, frei in das umgebende Medium ragende Haare auslaufen [3].

1) XIV. 64. 2) VIII. 11.

3) Zwischen Leydig und F. E. Schulze, den beiden Forschern, welche sich wohl am Eingehendsten mit dem Seitenorgansystem beschäftigt haben, zieht sich nun schon seit länger als einem Decennium eine Differenz in der Auffassung der Sinneshügelstructur hin, welche bis auf den heutigen Tag, zwischen ihnen, noch

Zahl und Beschaffenheit dieser Haare wechselt schon innerhalb des Vertebratenkreises. F. E. Schulze[1] giebt zum Beispiel von der Percalarve 30—50 als auf einem Hügel stehend an, vom Gobius minutus[2] nur 20—40. Bei jungen Tritonlarven fand derselbe Forscher[3] 1—6 Sinneshaare auf je einem Hügel und bei älteren Larven begegnete er Hügeln mit 18—20 Haaren, woraus also hervorginge, dass bei den Amphibien die Zahl der Sinneshaare mit dem Alter zunimmt.

Malbranc[4] ferner fand diese Haare bei den Larven aller Amphibien starr und derb, bei ausgewachsenen Proteus-, Siredon- und Tritonindividuen dagegen, fand er ebendieselben zart; die erstere Eigenthümlichkeit ist aber mit dem Besitze, und die letztere mit dem Mangel einer hyalinen Umhüllungsröhre verbunden.

Aber bei allen diesen Variationen stimmen die Sinneshaare der Teleostier- sowie der Amphibien-Seitenorgane nach den gleichlautenden Angaben F. E. Schulze's und Malbranc's doch darin überein, dass sie ausnahmslos die Länge von 0,014 mm aufweisen, ein Umstand, welchen Schulze, gewiss mit Recht, als von grosser Bedeutung, im Hinblick auf die Function der Seitenorgane, hervorhebt.

Als bemerkenswertheste Punkte, in denen nun die Sinneshaare der Hügel beider Gruppen sich von einander unterscheiden, wären hervorzuheben: Erstens, dass sie bei den Capitelliden nicht wie bei den Teleostiern und Amphibien an ihrer Basis conisch verbreitert sind, um

nicht vollständig zum Ausgleich gekommen ist. Nach F. E. Schulze stellen die frei stehenden Sinneshügel der Amphibienlarven, Gobius etc. solide Knospen dar auf deren Kuppen zahlreiche, von einer hyalinen Schutzröhre umgebene Sinneshaare ausstrahlen; nach Leydig sind dieselben Hohlkörper, in deren Grunde sich eine Zellmasse befindet, an denen sich aber weder die von Schulze beschriebenen Sinneshaare, noch die hyaline Röhre erkennen liessen.

Was die Frage nach der Solidität der Hügel betrifft, so würden sich die beiden von einander abweichenden Angaben versöhnen lassen, wenn sich unsere Vermuthung bestätigte, dass auch den Vertebraten die Fähigkeit zukomme, die Haarfelder ihrer Sinneshügel ein- und auszustülpen (vergleiche pag. 318 dieses Aufsatzes), und Leydig eben diese Hügel mit retrahirtem Haarfelde als Hohlkörper angesehen, Schulze dagegen nur Hügel mit vorgewölbtem Haarfelde vor Augen gehabt hätte.

Bezüglich der Sinneshaare aber kann, nachdem die Schulze'schen Angaben übereinstimmend von Langerhans, Malbranc und Solger bestätigt wurden, wohl kein Zweifel mehr sein, dass das Missverständniss oder der Irrthum auf Seiten Leydig's und nicht auf Seiten Schulze's zu suchen ist. In seiner neuesten, auf diese Fragen Bezug nehmenden Publication beschreibt übrigens Leydig selbst (XII. 169) früher übersehene, den Sinneszellen der Hügel aufgesetzte Stiftchen oder Stäbchen, welche wahrscheinlich mit den Sinneshaaren identisch sein werden. (Vergleiche auf pag. 284 und 333 dieses Aufsatzes die Anmerkungen.)

1) XV. 763. 2) XVIII. 67. 3) XVIII. 78 und 79. 4) XIV. 73.

sodann drehrund in einem bis zum äussersten, querabgestutzten Ende völlig gleichen Durchmesser zu verlaufen, dass sie vielmehr bei den Capitelliden sich gleichmässig von der Basis bis zum Ende hin verschmälern und so eine mehr den sog. Hörhaaren ähnliche Form darbieten. Zweitens, dass sie bei den Capitelliden in einer erheblich grösseren Anzahl auftreten, und drittens endlich, dass sie bei ebendenselben eine viel bedeutendere Länge als bei den Vertebraten erreichen; wobei aber zu bemerken ist, dass die Länge von 0,04—0,06 mm bei den ersteren ebenso constant für einen gegebenen Hügel sowohl, als für die verschiedenen Hügel eines und desselben Thieres, sowie auch für die Hügel verschiedener Thiere ist, als die Länge von 0,014 mm für diejenigen der Vertebraten. —

Ich habe beschrieben wie bei den Hügeln des Notomastus die Kuppen, soweit sie mit Sinneshaaren besetzt sind, also die Haarfelder, ein- und ausgestülpt werden können: in der mir bekannten Literatur habe ich nun keine Angaben finden können, die eine ähnliche Retractilität des Haarfeldes bei den Seitenorganen der Vertebraten ausdrücklich constatirten; dagegen bin ich auf zahlreiche, die Form der Hügelkuppen dieser Thiere betreffende Beschreibungen gestossen, aus welchen sich eine ähnliche Fähigkeit der Vertebraten-Hügel mit Wahrscheinlichkeit folgern lässt. Wir finden z. B. in F. E. Schulze's [1] Beschreibung der Seitenorgane junger Barsche folgende Sätze: ». . . . . so sieht man an allen denjenigen Stellen, wo die sog. Schleimcanäle liegen, eigenthümliche, in der Mitte mit einer Concavität versehene, zellige Hügel und aus dieser Concavität eine Menge starrer parallel stehender Haare in das umgebende Wasser hinausragen etc.«

Beim Gobius minutus besitzt demselben Autor [2] zufolge der Sinneshügel eine anfangs ganz allmählich ansteigende, nach oben zu aber mehr bauchig vortretende Seiten- und eine quer abgestutzte Gipfelfläche. »Diese letztere setzt sich mit einer leicht concaven Randpartie gegen die Seitenfläche ab, während sie im Uebrigen eben oder selbst schwach convex erscheint.«

An einer anderen Stelle [3] seines Aufsatzes sagt Schulze: »Gewöhnlich sind die Haare einer Gruppe ganz parallel und rechtwinklig zur Oberfläche ihres Standortes gerichtet, doch sah ich sie zuweilen auch ein wenig nach aussen divergiren. In diesen letzteren Ausnahmefällen schien die Hügelendfläche nicht vollständig eben, sondern leicht convex vorgewölbt zu sein«.

---

1) XV. 762. 2) XVIII. 64. 3) XVIII. 66.

In einer ebenfalls von den Seitenorganen des Gobius handelnden Arbeit giebt Winther [1]) an, dass auf den Hügelspitzen die Hautbekleidung eine Oeffnung zeige, welche in das Innere des Hügels führe, und diese Oeffnung soll sich bald erweitert, bald zu einer länglichen Spalte ausgezogen darstellen können [2]).

Endlich gab auch Solger [3]) vom Seitenorgane des Gobius an, dass es von den Epidermiszellen »bis auf einen der Spitze der Knospe entsprechenden Spalt von spindelförmiger Gestalt vollständig umschlossen werde«, und dass nach 24stündiger Einwirkung von Osmiumsäure dieser Spalt häufig sternförmig erscheine.

Auch von den Seitenorganen der Amphibien wurden formveränderliche Gruben oder Spalten beschrieben; am nachdrücklichsten von Leydig [4]). Er äussert sich hierüber folgendermassen: »In der ganz frischen, vom lebenden Thier abgeschnittenen Haut sind diese Zellen so gruppirt, dass der rundliche Ballen [5]), den sie im Ganzen erzeugen, oben eine helle Lücke lässt, die unter gleichen Umständen bald rundlich erscheint, bald aber auch zu einer engen Querspalte verengt, wie wenn abermals auch diese Zellen Contractilität besässen«.

Alle diese von den eben citirten Autoren gemachten Angaben würden sich nun ohne Weiteres erklären, wenn man voraussetzte, dass auch an den Sinneshügeln der Vertebraten die Kuppen ein- und ausstülpbar seien; bei künftigen Untersuchungen wird auf diese Verhältnisse Rücksicht zu nehmen sein. Wenn sich aber unsere Vermuthung bestätigen sollte, so würde dadurch nicht nur eine weitere Uebereinstimmung zwischen den Seitenorganen der Vertebraten und denjenigen der Capitelliden ausgedrückt, sondern auch zugleich eine bereits (pag. 317 Anmerkung) hervorgehobene Divergenz der Ansichten über den Bau der Vertebraten-Sinneshügel möglicherweise ausgeglichen werden. —

Es bliebe nun noch zu untersuchen übrig in wiefern die Innervations-Verhältnisse der Capitelliden-Seitenorgane mit dem Seitennervensystem der Vertebraten verglichen werden können. Aber, ganz ab-

1) XXVI. 185.

2) Winther scheint bei der Abfassung seiner Arbeit nicht nur die, dasselbe Object behandelnden, eingehenden Untersuchungen von F. E. Schulze, sondern auch die, bereits ziemlich ausgedehnte, übrige Literatur über die Seitenorgane so gut wie nicht gekannt zu haben, sonst hätte er den Seitenorganen unmöglich — unter Ignorirung der ihnen von Leydig und Schulze beigelegten Function — dieselbe physiologische Bedeutung vindiciren können, welche allen mit dem Thema vertrauten Forschern, als längst den becherförmigen Organen zugeschrieben, bekannt ist. —

3) XXII. 2. 4) XI. 51.

5) Mit »der rundliche Ballen« ist der Sinneshügel gemeint.

gesehen von der principiellen Vorfrage einer solchen Vergleichbarkeit, müssen wir schon aus dem Grunde vorläufig auf jeden derartigen Versuch verzichten, weil unsere Kenntnisse über die Art der Innervation der Capitelliden-Sinneshügel, wie die vorhergehenden, bezüglichen Abschnitte gezeigt haben, durchaus problematisch geblieben sind. Ich verweise übrigens in Betreff dieses Themas auf das nachfolgende Capitel, welches mehrfach darauf Rücksicht zu nehmen haben wird.

8. Vergleich der Seitenorgane der Capitelliden mit entsprechenden Organen wirbelloser Thiere; insbesondere mit der sog. Seitenlinie der Naiden.

In diesem Capitel wäre aller jener Sinnesorgane niederer Thiere zu gedenken, welche vor allen Leydig in verschiedenen Schriften[1], als möglicherweise den Seitenorganen der Vertebraten vergleichbare, hervorgehoben hat. Diese Aufgabe will ich aber — um vorliegenden Auszug nicht noch mehr ausdehnen zu müssen — der monographischen Darstellung vorbehalten, um an diesem Orte ausschliesslich nur auf jenen Zellstrang Rücksicht zu nehmen, welchen Semper[2] unter dem Namen »Seitenlinie der Naiden« als eine dem Seitenorgansystem der Vertebraten vergleichbare Bildung in die Wissenschaft eingeführt hat.

Da Semper diese Bildung nicht zum Thema einer zusammenhängenden Untersuchung gemacht hat, vielmehr nur in gelegentlich eingeflochtenen und daher zerstreut stehenden Bemerkungen sich darüber vernehmen lässt, so glaube ich im Interesse der Verständlichkeit nachfolgender Auseinandersetzung zu handeln, wenn ich derselben die wichtigsten Sätze des genannten Autors wörtlich voranstelle.

Auf pag. 215 des citirten Opus sagt Semper:

»Zum Schluss muss ich hier noch einmal kurz auf die schon mehrfach, aber immer nur beiläufig besprochene Seitenlinie hinweisen. Mit diesem Namen bezeichnete ich einen dem Seitenfelde angehörenden und zwischen den zwei lateralen Muskeln liegenden Zellstrang, von welchem aus in der Kopfzone die Einwucherung der Sinnesplatte erfolgt. Diese letztere kann man daher als eine directe Verlängerung der Seitenlinie betrachten. Diese bleibt nun bei allen bisher von mir untersuchten Naiden in der ganzen Körperlänge bestehen; und es ist an Essigsäurepräparaten (Taf. XI, Fig. 3 *sl*) sogar ziemlich leicht, sich zu überzeugen, dass die vom After an beginnende Seitenlinie einer geschlechtsreifen Nais vorn am Kopf in den Schlundring übergeht. Würden die Zellen dieser Seitenlinie sich, wie die des Schlundringes, in einen Nerven zum Theil umwandeln, so würden wir hier bei den Naiden geradezu von einem Seitennerven sprechen können, welcher zwischen dor-

1) Vergleiche insbesondere XI. 97. 2) XX.

saler und ventraler — oder besser zwischen cardialer und neuraler — Muskulatur liegend, geradezu dem Seitennerven der Fischseitenlinie zu vergleichen sein würde.«

Auf pag. 224:

»Bei den ausgewachsenen Segmenten von Chaetogaster dagegen fehlt diese Seitenlinie; doch sieht man hie und da zwischen der fast verschmolzenen seitlichen und cardialen Muskelplatte eine Zellengruppe (Taf. X, Fig. 1, 2 *sl*) ähnlich derjenigen, welche bei Nais continuirlich durch alle Schnitte hindurch zu verfolgen ist; hier bei Chaetogaster aber scheinen sie keinen der Länge nach zusammenhängenden Strang zu bilden. Sie sind aber, wie die Umbildung der Knospungszone lehrt, nur Ueberbleibsel einer ursprünglich auch bei dieser Gattung vorhandenen Seitenlinie.«

Auf pag. 231:

». . . . und es schien mir, als ob nicht blos die Zellenlagen, aus denen ventral das Kopfbauchmark oder der neue Kopfdarm entstehen, sondern auch die seitliche Einwucherung aus der Seitenlinie, welche unzweifelhaft zu einem Theil des Schlundringes und Gehirnes wird, Muskelfasern zu erzeugen vermöchten.«

Auf pag. 304 endlich:

»Wenn es nun richtig ist, wie ich glaube, dass diese Seitenlinie wegen ihrer Entstehung aus dem Ectoderm und ihrer Lagerung zwischen den zwei Hauptmuskelgruppen (cardialem und neuralem Bauch- und Rücken-Muskel) mit der Seitenlinie der Anamnia unter den Wirbelthieren zu vergleichen ist, so wirft sich die Frage auf, ob nicht auch bei den Wirbelthieren die Seitenlinie und die aus ihr hervorgehenden Organe mit der Sinnesplatte in genetischer Beziehung stünden. Die ungemein starke Entwickelung des Seitencanalsystems am Kopf der Plagiostomen, Amphibien und Fische macht dies recht wahrscheinlich.«

Vor Allem scheint es mir nothwendig zu sein, dass wir in die im Vorstehenden von Semper angewandten Begriffe Klarheit bringen.

Halten wir fest was Semper bei Naiden unter Seitenlinie versteht:

Er bezeichnet mit diesem Namen einen zwischen den zwei lateralen Muskeln liegenden Zellstrang.

Was versteht man bei den Vertebraten unter Seitenlinie?

Seitenlinie hat man einmal — und mit Vorliebe — die Poren genannt, mit welchen die die Sinneshügel einschliessenden Höhlen- oder Canalsysteme am erwachsenen Fisch- und Amphibienkörper in Form von Reihen oder Linien nach aussen münden. Je nach der Zahl dieser Reihen sprach man von einer oder von mehreren Seitenlinien, und je nach der Regelmässigkeit der Anordnung der Poren oder Organe unterschied man deutliche und undeutliche Seitenlinien.

Sodann wurde der Name Seitenlinie auch als Bezeichnung der Grenzlinie in Anwendung gebracht, durch welche der Fisch- oder Amphibien-Seitenmuskel in eine dorsale und in eine ventrale Masse geschieden wird.

Endlich wurde auch, und zwar häufig genug, in ungenauer Ausdrucksweise der Name Seitenlinie als Bezeichnung des ganzen Seitenorgansystems gebraucht.

Eine so mangelhafte Prägnanz des Ausdrucks mochte hingehen, so lange die Kenntniss des Seitenorgansystems noch auf Nebenapparate, auf die sog. Schleimcanäle, beschränkt war; seitdem aber in diesem als Schleimcanäle gedeuteten, in der »Seitenlinie« nach aussen mündenden Systeme, die eigentlichen Organe, die Nervenknospen, oder Sinneshügel entdeckt worden sind, geht es nicht mehr an einen so vagen Begriff fort zu brauchen, um so weniger, wenn es um den Versuch gilt, mit diesem System ein anderes, unbekanntes, Thieren einer verschiedenen Gruppe zugehöriges, zu vergleichen. Wir haben vielmehr scharf auseinander zu halten:

Erstens den Seitennerven (resp. den das Seitenorgansystem versorgenden Nervenherd),

zweitens die Sinneshügel oder Seitenorgane als die eigentlichen Sinneswerkzeuge, und

drittens die Schutzvorrichtungen; also die Seitenorganhöhlen und Seitenorgancanäle.

Will man demnach fortfahren den Namen »Seitenlinie« überhaupt zu gebrauchen, so hat er sich darauf zu beschränken, ein Ausdruck jener reihen- oder linienförmigen Anordnung zu sein, in der die Seitenorgane, resp. ihre Schutzvorrichtungen auftreten können. Da aber irgend etwas Wesentliches, oder auch nur Constantes damit in keinem Falle ausgedrückt wird, da wir überdies in der Bezeichnung »Seitenorgansystem« auch schon einen durchaus passenden Ausdruck für den gesammten Apparat besitzen, so wird es vorzuziehen sein, den Namen Seitenlinie auf Theile des Seitenorgansystems überhaupt nicht mehr anzuwenden, ihn vielmehr jener Grenzlinie zu reserviren, durch welche der Seitenmuskel in eine dorsale und ventrale Masse geschieden wird, indem er im letzteren Falle zum Mindesten einen klaren und in morphologischem Sinne nicht inhaltslosen Begriff bildet.

Welchem der eben definirten Componenten des Seitenorgansystems wollte nun aber Semper das, was er bei Naiden Seitenlinie nennt, vergleichen? Dem Seitennerven, den Seitenorganen oder den Seitenorgancanälen? Oder hatte er nur die Seitenmuskel-Grenzlinie im Sinne?

Den Seitenorganen offenbar nicht; denn die Seitenorgane stellen, von wo immer her sie beschrieben wurden, discrete, mit eigenthümlichen Sinneshaaren ausgerüstete Knospen oder Hügel, niemals aber continuirliche Zellstränge dar. Damit sind auch die Seitenorganhöhlen

oder Seitenorgancanäle ausgeschlossen, indem sie als blosse Schutzapparate ersterer, unabhängig von jenen nicht gesetzt werden können.

Wollte ich annehmen, dass SEMPER die öfter genannte Grenzlinie des Seitenmuskels allein bei seinem Vergleiche im Auge hatte, so würde ich ihm wohl einen schlechten Dienst erweisen: denn er wollte sich augenscheinlich nicht darauf beschränken, diese zwei Anordnungen (Grenzlinie zwischen cardialer und neuraler Muskulatur: Naiden und Grenzlinie zwischen dorsaler und ventraler Masse des Seitenmuskels: Vertebraten) miteinander zu vergleichen.

Es bleibt demnach von den genannten Componenten für den fraglichen Vergleich allein übrig der Seitennerv, und in der That ist es auch allein dieser, welcher von scharf unterschiedenen Theilen des Seitenorgansystems genannt wird.

Da nun SEMPER keineswegs der Meinung zu sein scheint, dass in der sog. Seitenlinie der Naiden ein rudimentäres Seitenorgansystem vorliege, in welchem wir uns etwa die eigentlichen Organe: die Sinneshügel, eingegangen, und den Nerven allein noch fortbestehend zu denken haben; da er, wenn wir ihn recht verstehen, umgekehrt in dieser Seitenlinie eine ursprüngliche Bildung erblickt, so würde sich daraus von selbst der Schluss ergeben, dass von den Theilen, aus denen sich das Seitenorgansystem aufbaut, zuerst erscheine: der Seitennerv.

Ich will, um nicht auf die wenig fruchtbare Discussion des »ob zuerst die Henne, oder zuerst das Ei sei« zu gerathen, vermeiden, irgend ein »a priori« Motiv gegen das so supponirte, primäre Auftreten des Seitennerven geltend zu machen. Ich will vielmehr, indem ich mich auf den Grundsatz stütze, dass im Laufe der Entwickelung eines Organs das Ursprünglichere auch zuerst angelegt wird, durch Anführung von Thatsachen aus der Entwicklungsgeschichte des Seitenorgansystems der Vertebraten zu beweisen suchen, dass die Supposition vom primären Erscheinen des Seitennerven durchaus nicht für zutreffend gehalten werden kann.

LEYDIG [1] äussert sich in dieser Beziehung folgendermassen: »Schon an sehr jungen (3—4‴ langen) Larven von Triton alpestris, nachdem sie aus der sie umschliessenden Eihülle befreit waren, liessen sich die Spuren der gesuchten Bildungen [2] am Kopf und den Seiten des Schwanzes erkennen, obschon man in der Schwanzflosse noch nichts von Nerven zu unterscheiden vermochte u. s. w.«

---

1) XI. 47.

2) Nämlich die Sinneshügel.

Es theilt uns ferner Balfour[1]) mit: »It must be premised that two distinct structures have to be dealt with, viz. the lateral line formed of modified epidermis, and the lateral nerve whose origin is in question. The lateral line is the first of the two to make its appearance etc.«

Am wichtigsten aber sind Töröks[2]) Angaben über Embryonen von Triton und Siredon. Dieser Autor sagt: »Verfertigt man Durchschnitte der Haut, so kann man an der freien Oberfläche der äusseren Zellenlage von Stelle zu Stelle knospenartige Hervorragungen bemerken, die sich als einzelne auffallend vergrösserte Zellen erweisen«, und: »Ihre spätere Entwickelungsgeschichte liefert den Beweis, dass diese Zellen die ersten Organanlagen — Drüsen, Organe des sechsten Sinnes — der Haut sind, weswegen ich sie als »Organoblasten« der Haut bezeichnen möchte«.

Thatsächlich also pflegen nicht die Seitennerven vor den Seitenorganen, sondern vielmehr die Seitenorgane vor den Seitennerven aufzutreten.

Aber wie steht es denn überhaupt um die Vergleichbarkeit des Seitennerven der Vertebraten mit einem Seitennerven der Anneliden?

Ist Semper in der That der Ansicht, dass ein Vertebratennerv, der unzweifelhaft Ast eines Gehirnnerven ist, der im Gehirn (verlängerten Mark) seinen nachgewiesenen Herd besitzt, dass ein solcher Nerv — angesichts der ausserordentlichen Modification, die wir für die vordersten Segmente jener Anneliden, welche sich in Vertebraten umgewandelt haben, voraussetzen müssen — sich ohne Weiteres mit einem Nerven der heutigen Anneliden vergleichen lässt? — Hat Semper irgend welche Thatsachen angeführt, durch welche die sich aus dem eben namhaft gemachten Verhältnisse ergebende Schwierigkeit heben liesse? Nein; aber ich kann mir denken, wie Semper dazu kam, sich über diese Schwierigkeit hinwegzusetzen: Seinen eigenen Forschungen[3]), sowie denjenigen Götte's[4]) zufolge, soll sich der Seitennerv bei den Selachiern, resp. bei der Unke — im Gegensatz zur Entstehung aller anderen Nerven — selbständig aus der Epidermis heraus entwickeln. Sicherlich würde — wenn dem so wäre — ein guter Theil des Gewichts des eben aufgeworfenen Bedenkens hinfällig; aber es ist durch die

1) I. 141.

2) Török, Die formative Rolle der Dotterplättchen beim Aufbau der Gewebestructur. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1874. No. 16. (Citat nach Malbranc XIV. 27.)

3) Das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung etc. Arbeiten aus dem zool. zoot. Institut Würzburg Bd. 2. 1875. Pag. 398.

4) V. 672.

durchaus widersprechenden Befunde BALFOURS[1] — welche ich an Ort und Stelle nachzulesen bitten muss — überaus zweifelhaft geworden, dass dem so sei.

Bisher habe ich stillschweigend vorausgesetzt, dass jenes Gebilde, welches SEMPER die Seitenlinie der Naiden nennt, als solches einem Nerven auch vergleichbar sei; ohne eine solche Voraussetzung würde ja dessen Confrontirung mit dem Seitennerven — dem einzigen Glied des Seitenorgansystems der Vertebraten, auf das, wie wir sahen, sich der SEMPER'sche Vergleich überhaupt beziehen k o n n t e — unmöglich gewesen sein. Wir wollen nun aber einmal näher zusehen, wie es eigentlich mit der Natur dieser, dem Nerven verglichenen Bildung beschaffen ist.

Die Seitenlinie der Naiden ist ein vom Ectoderm abgeschnürter, zwischen die zwei lateralen Muskeln zu liegen kommender Z e l l s t r a n g, von welchem aus in der Kopfzone die Einwucherung der Sinnesplatte erfolgt. Würden die Zellen der Seitenlinie sich, wie die des Schlundringes, in einen Nerven zum Theil umwandeln, so würden wir — sagt SEMPER — hier bei den Naiden geradezu von einem Seitennerven sprechen können etc. Es könnte also nach SEMPER's eigenen Worten erst dann die Rede von einem Seitennerven sein, wenn sich die Zellen des Stranges zu einem solchen umwandelten. Sie thun dies aber nicht! und wer kann wissen, welcherlei Tendenzen in dem als Zellstrang verharrenden, vom Ectoderm stammenden Materiale latent geblieben sind? Giebt doch SEMPER selbst an, dass es ihm schien, »als ob nicht blos die Zellenlagen, aus denen ventral das Kopfbauchmark oder der neue Kopfdarm entstehen, sondern auch die seitliche Einwucherung aus der Seitenlinie, welche unzweifelhaft zu einem Theil des Schlundringes und Gehirnes wird, Muskelfasern zu erzeugen vermöchten«. Und so erscheint sogar die Voraussetzung zu dem einzigen, überhaupt möglichen Vergleich nicht gerechtfertigt, oder doch zum Mindesten unbeweisbar.

Wir kommen also zu dem Schlusse, dass die von SEMPER statuirte Homologie zwischen dem Gebilde, welches er »Seitenlinie der Naiden« nennt, und dem Seitenorgansysteme der Vertebraten nicht besteht; dass vielmehr aus seiner Schilderung jenes Befundes nur die Thatsache sich folgern lässt, dass bei den Naiden — die Vergleichbarkeit der Seitenmuskeln von Anneliden und Vertebraten vorausgesetzt! — an derjenigen Körperstelle, an welcher bei Vertebraten die Seitenorgane oder die

1 I. 146.

Seitennerven aufzutreten pflegen, ein problematischer Zellstrang vorkommen kann.

9. Vergleich der becherförmigen Organe der Capitelliden mit den becherförmigen Organen der Vertebraten.

Die becherförmigen Organe wurden im Anfange der fünfziger Jahre von Leydig [1]) in der Oberhaut der Knochenfische entdeckt und sodann von F. E. Schulze [2]) genauer untersucht. Seitdem haben die Arbeiten dieser beiden Forscher nicht nur vielfache Bestätigung und Erweiterung erfahren, sondern den becherförmigen Organen homologe Bildungen sind auch in rascher Aufeinanderfolge bei Selachiern, Amphibien, Reptilien und Säugethieren nachgewiesen worden. So ist eine nicht unbeträchtliche Literatur über diesen Gegenstand bereits angewachsen. In besonders raschem Tempo ging aber dieses Anwachsen vor sich, nachdem durch Schwalbe und Loven becherförmige Organe von der Zunge des Menschen beschrieben worden waren.

Im vorliegenden Vergleiche werde ich mich ausschliesslich an die Teleostier halten, indem sie mit Bezug auf die uns beschäftigenden Organe unzweifelhaft den ursprünglichsten Zustand bei den Vertebraten ausdrücken, und weil ferner, wenn es nur gelingt, die Homologie zwischen den becherförmigen Organen der Capitelliden und denjenigen der Teleostier plausibel zu machen, damit an sich schon auch diejenige mit den becherförmigen Organen der höheren Vertebraten ausgedrückt ist, indem ja die meisten Bearbeiter der letzteren deren Homologie mit den entsprechenden Teleostiergebilden vertreten haben. —

Sowohl bei den Capitelliden, als bei den Teleostiern treten die becherförmigen Organe am Kopf, in der Mundhöhle und über den Rumpf verbreitet auf.

Bei beiden ist ihre Stellung am Rumpfe ohne jede Beziehung zur Körpergliederung.

Bei beiden stehen sie in der Mundhöhle und an den Lippen dichter als am Rumpfe [3]).

Bei beiden endlich sind die einzelnen Organe auf möglich vortretenden Punkten angebracht.

---

1) X. 1. 2) XVI. 218.

3) Vergl. hierüber was die Teleostier betrifft F. E. Schulze. XVI. 219.

Sowohl bei den Fischen, als bei den Capitelliden bildet das eigentliche Sinnesorgan einen soliden Hügel oder eine solide Knospe.

Die Durchmesser dieser Knospen scheinen bei den ersteren durchschnittlich eine bedeutendere Grösse aufzuweisen als bei den letzteren: So giebt LEYDIG [1] vom Gobius 0,024‴ und vom Cyprinus 0,016‴ als Grössen an; nach ZINCONE [2] können die Hügeldurchmesser bei Mullus 0,112—0,24 mm erreichen; bei Motella stellte aber derselbe Autor 0,1 als Längen- und 0,06 als Breiten-Durchmesser fest, Maasse, welche sich schon weniger von den Grössenverhältnissen der Capitelliden-Organe (0,006—0,01) entfernen [3].

Die becherförmigen Organe der Capitelliden sind retractil, sie können, wie die Seitenorgane, so weit in Höhlen zurückgezogen werden, dass in der Profillage Nichts mehr vom Organ wahrzunehmen ist. Eine ähnliche geschützte Lage kommt nun bei den Fischen dadurch zu Stande, dass die Organe nicht frei, sondern mit Ausnahme ihrer Gipfel der Oberhaut eingebettet liegen. Dass aber diese Lagerung auch bei den Fischen keine ganz fixe ist, dass auch bei ihnen wenigstens der proximale Theil des Hügels bis zu einem gewissen Grade eingezogen werden kann, geht aus einer nicht misszuverstehenden Beobachtung LEYDIG's hervor. Die Structur der becherförmigen Organe der Süsswasserfische beschreibend, sagt dieser Autor [4]: »Die Zellen haben eine gewisse Aehnlichkeit mit muskulösen Faserzellen (KÖLLIKER), und es scheint mir allerdings nach Beobachtungen an Cobitis barbatula diesen Epidermisbechern eine Contractilität zuzukommen. Schneidet man nämlich einer lebenden Grundel einen Bartfaden ab und betrachtet denselben ohne Deckglas bei starker Vergrösserung, so werden die fraglichen Gebilde nicht als Becher gesehen, sondern statt einer Mündung erblickt man sie über die Oberhaut warzenförmig verlängert. Nach einiger Zeit kommen aber statt der warzenförmigen Verlängerungen Oeffnungen zum Vorschein, welche Veränderung wohl durch eine Contraction der faserähnlich verlängerten Zellen, durch eine Art Einstülpung vor sich gegangen ist. Auch bei einer lebenden Aalraupe sah ich die Becher auf der Hautbrücke, welche die Nasenöffnung in zwei theilt, anfangs warzen-

1) X. 3. 2) XXVII. 5.

3) Noch mehr würde mit letzteren der von JOBERT VI. 41) mitgetheilte Grössendurchmesser der becherförmigen Organe des Mullus übereinstimmen (0,01 mm), aber nach den vom gleichen Objecte angeführten Angaben ZINCONE's liegt es nahe anzunehmen, dass diese von JOBERT gegebene Zahl irrthümlich sei, oder auf einem Druckfehler beruhe.

4) X. 3.

förmig vorstehen. Die nachher entstandenen Oeffnungen des Bechers waren 0,002—0,006″ gross«.

Aus diesen Beobachtungen Leydig's folgt aber auch noch, dass die mit den Sinneshaaren ausgerüstete Hügelspitze: das Haarfeld ein- und ausgestülpt werden kann, ähnlich wie ich es von den Seitenorganen der Capitelliden sicher, von den becherförmigen Organen derselben jedoch (wegen der Kleinheit der Organe) nur vermuthungsweise angeben konnte. Unter der Voraussetzung dieser Retractilität des Haarfeldes, erklärte sich auch der Widerspruch, dass die uns beschäftigenden Sinnesorgane bald als ausgehöhlte Becher oder Glocken, bald als massive Hügel, oder eiförmige Körper beschrieben werden. Massiv sind die Gebilde zu jeder Zeit; das Bild eines Bechers entsteht aber, wenn das Haarfeld eingestülpt wird.

Dass diese Ein- und Ausstülpung des Haarfeldes, sowie die Vorstreckung und Zurückziehung des Gesammthügels, auf einer Contractilität der das Organ constituirenden Zellen beruhe, ist sehr unwahrscheinlich; ich glaube vielmehr, dass zu diesem Behufe ähnliche Anordnungen an den becherförmigen Organen der Fische getroffen sind und sich früher oder später werden nachweisen lassen, wie ich an den, einer ähnlichen Retractilität und Einstülpbarkeit fähigen, Seitenorganen der Capitelliden aufgefunden habe [1].

Auch F. E. Schulze [2] hat schon die Unwahrscheinlichkeit hervorgehoben, dass den Zellen des Organs eine solche Contractilität zukomme. Schulze konnte sich überdies von jenen Seitens Leydig beschriebenen Vortreibungen und Einziehungen der Organe nicht überzeugen: ». . . . die seichte Concavität, die man häufig an ihrer äusseren Oberfläche (besonders wenn man sie in ihrer natürlichen Lage im Epithel ansieht) bemerkt, scheint mehr durch den Niveauunterschied dieser Endfläche des Organs gegen die sich seitlich etwas über jene hinüberschiebenden benachbarten Zellen des geschichteten Epithels hervorgebracht zu werden«.

Eine Concavität besteht aber demnach auch Schulze's Beobachtungen zufolge; spätere, speciell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen werden zu entscheiden haben, ob Leydig's — in so hohem Maasse mit dem Verhalten der Capitelliden übereinstimmende — Angaben das Richtige getroffen haben oder nicht.

Bei den Fischen sowohl, als bei den Capitelliden sind die becherförmigen Organe rein epidermoidale Gebilde; die Cutispapillen, denen in

1) Vergleiche pag. 318 dieses Aufsatzes. 2) XVI. 219.

der Regel bei ersteren die genannten Organe aufgelagert sind, gehen in keiner Weise in die Zusammensetzung der Becher ein: übrigens kommt es auch bei Fischen vor, dass die becherförmigen Organe — wie diejenigen der Capitelliden — nicht die ganze Hautschicht durchsetzen[1].

Auch bezüglich der Structur herrscht in den allgemeinsten Verhältnissen Uebereinstimmung; in beiden Gruppen bauen sich die becherförmigen Organe aus peripherisch gestellten, mehr oder weniger modificirten Epidermiszellen, und aus central liegenden Sinneszellen auf. Die grösste Bedeutung hat aber, für diesen unseren Vergleich, die Thatsache, dass sowohl bei den Fischen, als bei den Capitelliden jenen Sinneszellen kurze, frei in das Medium ragende Haare[2] aufgesetzt sind. Schulze[3] beschrieb diese Bildungen zuerst von den Fischen als in einer Zahl von je 20—40 auf je einem becherförmigen Organ stehende kleine, starre, leicht conisch sich zuspitzende 0,002 mm lange Härchen oder Borsten. Abweichend würden sich dieser Schilderung zufolge die Haare der Capitellidenbecher nur insofern verhalten, als sie nicht conisch zugespitzt, sondern vielmehr überall gleich breit, dass sie ferner nicht 0,002, sondern 0,004 mm lang sind, und endlich, dass sie in einer geringeren Zahl auftreten.

Die Innervation mit in den Bereich der Vergleichung zu ziehen ist auch bei diesem Organsystem eine Sache der Unmöglichkeit, indem ja, wie aus dem vorhergehenden, beschreibenden Theil erinnerlich sein wird, bei der einen der zu vergleichenden Gruppen, bei den Capitelliden, für die Frage nach der Nervenversorgung der becherförmigen Organe, eine befriedigende Antwort nicht gefunden werden konnte.

Das Vorkommen becherförmiger Organe ist nicht blos auf die Vertebraten und Capitelliden beschränkt. Mehrere von Leydig hervorgehobene Sinnesorgane Wirbelloser, und zahlreiche von anderen Autoren aus den verschiedensten Thiergruppen beschriebene problematische Bildungen, werden sich auf dieses Organsystem zurückführen lassen, so dass wir es seiner Zeit vielleicht als eines der verbreitetsten im Thierreiche anzusehen haben werden.

Es genüge hier dieser Hinweis; ausführlicher gedenke ich den Vergleich der becherförmigen Organe der Capitelliden mit entsprechenden Organen Wirbelloser erst in einer späteren Veröffentlichung zur Besprechung zu bringen.

---

1) Vergleiche Zincone XXVII. S.

2) Das Vorkommen dieser Haare wird bald bestätigt, bald bestritten. Begreiflich für Jeden, der die ausserordentliche Empfindlichkeit dieser Gebilde kennen gelernt hat.

3) XVII. 153.

10. Vergleich der becherförmigen Organe mit den Seitenorganen.

Wir haben die Frage zu erörtern: in welchem Verhältnisse zu einander stehend, Seitenorgane und becherförmige Organe angesehen werden müssen.

Betrachten wir zunächst das die beiden Unterscheidende:

Die Seitenorgane sind bei den Capitelliden zeitlebens und bei den Vertebraten, wenigstens der Anlage nach, segmentale Organe, wogegen die becherförmigen Organe, wo immer sie auch angetroffen werden mögen, nie eine andere, als eine diffuse Vertheilung aufweisen.

Der Hauptverbreitungsbezirk der Seitenorgane ist der Rumpf, die becherförmigen Organe dagegen, suchen mit Vorliebe den Kopf mit seinen Anhangsgebilden, sowie die Mundhöhle auf. Das Vorkommen von Seitenorganen ist ausschliesslich auf im Wasser lebende Thiere beschränkt, becherförmige Organe werden sowohl bei Wasser- als auch bei Landthieren angetroffen.

Die Sinneszellen der Seitenorgane sind (bei den Vertebraten) kurz und birnförmig, die Sinneszellen der becherförmigen Organe dagegen sind lang und fadenförmig.

Den Sinneszellen der Seitenorgane sind lange, mit den Hörhaaren übereinstimmende Haare aufgesetzt, die Sinneszellen der becherförmigen Organe dagegen, enden in kurze, mehr den Riechhaaren ähnliche Börstchen oder Stäbchen.

Die Seitenorgane werden (bei Vertebraten) hauptsächlich versorgt von Zweigen des N. lateralis, die becherförmigen Organe hauptsächlich von solchen des N. glossopharyngeus. Die Seitenorgane betrachtet man als vorzugsweise geeignet zur Perception mechanischer, die becherförmigen Organe dagegen, als mehr geeignet zur Perception chemischer Einwirkungen. —

Heben wir nun das den beiden Gemeinsame hervor:

Sowohl die Seitenorgane, als auch die becherförmigen Organe sind rein epidermoidale Bildungen. Beide Sinnesorgane treten in Form rundlicher, solider Hügel oder Knospen auf, um welche herum aus dem benachbarten Epidermisgewebe Schutzvorrichtungen sich bilden können, und welche entweder in toto, oder doch an ihren Spitzen (Haarfeldern), eine Zurückziehung resp. eine Einstülpung gestatten [1]).

Bei beiden bestehen die Hügel oder Knospen aus einem Mantel wenig modificirter Epidermiszellen, und aus einem central gelegenen

[1]) Bei den Vertebraten bedarf diese Retractions- resp. Einstülpungs-Fähigkeit der Sinneshügel allerdings noch weiterer Bestätigung.

Bündel eigenthümlich gestalteter »Sinneszellen«. Bei beiden endlich (innerhalb des Vertebratenkreises), laufen diese Sinneszellen einerseits, und zwar basal, in Fortsätze aus, welche muthmasslich mit den Fibrillen des jenen Zellen als seinen Endorganen zustrebenden relativen Nerven in Verbindung treten, andrerseits, und zwar distal, in Härchen, welche als die den Reiz aufnehmenden Theile des Organs angesehen werden. —

Man sieht, es fehlt weder an Momenten, welche zu Gunsten einer Zusammengehörigkeit, noch an solchen, welche zu Gunsten einer Trennung der beiderseitigen Bildungen, verwerthet werden können; und zwar auch dann nicht fehlte es an solchen, wenn man den Vergleich von einem ausschliesslich morphologischen Standpunkt aus zu führen gezwungen würde. Es haben denn auch — für die Vertebraten — die beiden Auffassungen ihre Vertreter gefunden: Leydig[1] fasst Seitenorgane, becherförmige Organe, sowie einige andere noch problematischere Sinneswerkzeuge als »Organe eines sechsten Sinnes« zusammen.

»Ueberblickt man Alles — so drückt er sich in einer seiner neueren Publicationen[2] aus — was bisher von mir und Anderen über die eigenthümlichen Organe wie sie in der äusseren Haut, dann in der Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle bei Fischen, Amphibien, Reptilien und Säugethieren vorkommen, ermittelt wurde, so wird wohl Niemand bestreiten können, dass sie alle verwandtschaftlich zusammengehören, etwa in der Sprache systematischer Aufstellungen als Familie einer Organgruppe; ebenso klar ist aber auch, dass sie unter sich Verschiedenheiten aufzeigen, welche uns berechtigen können, sie wieder in Untergruppen zu zerlegen.«

F. E. Schulze[3] dagegen ist mit diesem Confundiren der Seitenorgane und becherförmigen Organe nicht einverstanden. Indem er das die betreffenden Organe Unterscheidende hervorhebt, kommt er vielmehr zur Vertretung einer scharfen Trennung beider, und dieser Auffassung hat sich auch Malbranc[4] auf Grund seiner eigenen Erfahrungen angeschlossen. —

Das Problem stellt sich nun aber, unserer Ansicht nach, in der Erwägung folgender Möglichkeiten dar:

Erstens: Von den diffus angeordneten, als Geschmackswerkzeuge[5] fungirenden becherförmigen Organen haben sich einzelne, und zwar, in je einem Segment je ein Paar, unter allmählicher Umbildung ihrer Function, in segmentale Seitenorgane umgewandelt; oder Zweitens: Aus segmentalen, als eigenthümliche Tastapparate[5] fungirenden Seiten-

1 XI. 2) XII. 171. 3) XVIII. 81. 4 XIV. 25.

5) Bezüglich der Function der Seitenorgane und becherförmigen Organe siehe Abschnitt IV dieses Aufsatzes.

organen sind unter allmählicher Veränderung ihrer Function, mit Hülfe eines Vermehrungsprocesses, zahlreiche diffus angeordnete becherförmige Organe hervorgegangen: oder Drittens: Die als eigenthümliche Tastapparate fungirenden Seitenorgane, sowie die, die Rolle von Geschmackswerkzeugen spielenden, becherförmigen Organe haben sich unter allmählicher Differenzirung und specifischer Innervation, die einen segmental, die anderen diffus, aus indifferenteren Sinneshügeln heraus entwickelt; oder endlich Viertens: Seitenorgane und becherförmige Organe sind beide unabhängig von einander, die einen segmental, die anderen diffus, aus ihrem gemeinsamen Mutterboden, aus der Epidermis heraus, entstanden. —

Für das Eingetretensein der ersten, sowie der zweiten der erwogenen Möglichkeiten, lassen sich — ganz abgesehen von der schwer vorstellbaren physiologischen Seite eines solchen Umwandlungsprocesses — nicht die geringsten Anhaltspunkte finden; gerade bei den Capitelliden, bei welchen wir doch — gegenüber den Vertebraten — ursprünglichere Zustände voraussetzen müssen, gerade bei ihnen, sind Seitenorgane und becherförmige Organe — wo immer sie neben einander vorkommen — so scharf unterschieden, dass man nie einen Augenblick darüber in Zweifel sein kann, welcherlei Vertreter von beiden man vor sich habe.

Ueber die dritte der ins Auge gefassten Eventualitäten könnten, da unter den heutigen Capitellidenformen keine mit solch indifferenten Hügeln ausgerüstete Arten mehr erhalten zu sein scheinen, vielleicht Erfahrungen aus der Ontogenie entscheiden; aber, weder von Vertebraten, noch von Capitelliden ist das Geringste über die Entwickelungsgeschichte der becherförmigen Organe bekannt, und auch das, was über die Entstehung der Seitenorgane (bei Vertebraten) erforscht worden ist, gewährt uns noch keinen Einblick in das Wesen der Anlage dieser Organe. Die Zulässigkeit der Ansicht, dass Seitenorgane und becherförmige Organe von neutraleren Sinneshügeln abstammen, müssen wir demnach dahingestellt sein lassen, und so bleibt allein noch der vierte der von uns erwogenen Fälle übrig, welcher Nichts präjudicirt, sich auf eine unbestreitbare Thatsache (Abstammung vom Ectoderm) stützt, und sich deshalb unserer Ansicht nach auch — vorläufig wenigstens — als der, für die weitere Erforschung der beiden Organgruppen, fruchtbarste Standpunkt, allein zur Annahme empfiehlt. —

IV. Ueber die Function der unter I und II beschriebenen Organe.

11. Die Function der Seitenorgane.

Wenn die segmentalen Sinneshügel der Capitelliden isolirt daständen, und wir infolge dessen gezwungen wären, einzig aus ihrer Organisation heraus deren Function zu bestimmen, so würden wir wohl so viel als ausgemacht ansehen dürfen, dass sie als eigenthümliche Sinneswerkzeuge betrachtet werden müssen.

Da nun gewisse Vertebraten in den Seitenorganen anerkannte Sinnesorgane aufweisen, welche in morphologischer Beziehung mit den Hügeln der Capitelliden eine so grosse Uebereinstimmung besitzen, dass wir den Versuch unternehmen konnten, zwischen den beiderseitigen Bildungen eine Homologie zu statuiren, so liegt die Frage nahe: ob sich diese Uebereinstimmung auch auf die Qualität der, durch die beiderseitigen Sinnesapparate vermittelten, Sinnesempfindung erstrecke.

Hören wir zunächst, welche Ansichten sich über die Leistungen dieser Sinnesorgane der Vertebraten gebildet haben.

Leydig [1]) vermuthet in dem Seitenorgansystem ein besonderes für den Aufenthalt im Wasser berechnetes Sinneswerkzeug, welches, gegenüber den Organen der bekannten fünf Sinne, als Organ eines neuen, sechsten Sinnes betrachtet werden könne. »Von welcher Qualität freilich — sagt Leydig — die Empfindung des vom Standpunkt der Morphologie wohl begründeten sechsten Sinnes sei, bleibt vorderhand in demselben Dunkel wie früher etc.« und: »Es lässt sich gegenwärtig nur, wie ich früher schon andeutete, vermuthen, dass dieser sechste Sinn vorzugsweise für den Aufenthalt im Wasser berechnet sein möge; dass er vielleicht ferner am nächsten dem Tastsinn sich anschliesse«. Neben der empfindenden Thätigkeit soll aber diesen Sinnesorganen, welche nach Leydig etwas aus der Ferne angesehen das Bild einer Drüse [2]) wieder-

1) XI. 1 und 101.

2 Eigenthümlicherweise hat Leydig, nachdem er mit bestem Erfolg die herrschende Auffassung des Seitenorgansystems als eines Schleim absondernden Apparates bekämpft, und die eines nervösen an Stelle des letzteren gesetzt hatte, doch wieder selbst einen Schritt nach rückwärts gethan, indem er den Seitenorganen, genauer den Organen des sechsten Sinnes neben der empfindenden auch eine secretorische Thätigkeit zuschrieb. Diese Vermengung von Sinnesorgan und Drüse hat von verschiedenen Seiten her, besonders aber von Seiten F. E. Schulze's und Malbranc's (deren Einwendungen ich mich vollkommen anschliesse), aus Gründen morphologischer und physiologischer Natur energischen Widerspruch erfahren. Auch die an den Capitelliden-Seitenorganen gemachten Befunde liefern

holen, auch eine secretorische zukommen; ja es solle vielleicht die erstere nur unter Hülfe der zweiten erfolgen können.

Auch F. E. Schulze[1]) fasst das Seitenorgan als einen speciell für den Wasseraufenthalt eingerichteten Sinnesapparat auf, als einen Sinnesapparat, der hinsichtlich der Art der Nervenendigung eine gewisse Uebereinstimmung mit dem Gehörorgane aufweise, als einen Sinnesapparat »geeignet zur Wahrnehmung von Massenbewegungen des Wassers gegen den Fischkörper oder dieses gegen die umgebende Flüssigkeit, so wie von groben durch das Wasser fortgeleiteten Stosswellen mit längerer Schwingungsdauer, als sie den das Gehörorgan afficirenden Wellen zukommt.«

Andere Ansichten über die Function der Seitenorgane, als die eben vorgeführten, hauptsächlich auf den Bau der Endapparate begründeten, sind nicht aufgestellt worden; denn die auf physiologischem Wege vorgenommenen Untersuchungen (Durchschneidung oder Reizung der relativen Nerven) haben zu keinerlei verwerthbarem Resultate geführt[2]).

Die Ansicht, dass das Seitenorgansystem der Vertebraten einen für das Wasserleben modificirten Tastapparat vorstelle, hat durch die äusserst plausibel erscheinende Begründung F. E. Schulze's — die wir im Original nachzulesen bitten müssen — zwar einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit gewonnen, immerhin bleibt aber diese Ansicht, so lange ihr der physiologische Nachweis fehlt, eine hypothetische.

---

nicht den geringsten Anhalt für eine solche schwer zu begreifende Doppel-Function. Uebrigens lassen sich ja einige der problematischen Structurverhältnisse, welche Leydig zu seiner eigenthümlichen Ansicht gebracht haben, jetzt einigermassen erklären:

Erstens: Die Höhle der Sinneshügel, an welcher wir mit Leydig festhalten, ist wahrscheinlich auch bei den Vertebraten eine vorübergehende Bildung und beruht allem Anscheine nach, auch bei ihnen, wie bei den Capitelliden, auf einer Einstülpung der Hügelspitze, hat also Nichts mit dem Lumen einer Drüse zu thun.

Zweitens: Die Stäbchen der Sinneszellen sind nicht als ein Secret der letzteren in dem Sinne zu betrachten, dass sie periodisch abgeschieden werden, oder dass ihre Abscheidung eine Function des Organs ausmacht (vergleiche XIII. 305); ihre Vergänglichkeit, welche jene Meinung hervorrief, beruht vielmehr lediglich auf ihrer äusserst zarten Beschaffenheit.

Drittens: Die Seitenorgane der Amphibien endlich wandeln sich nicht, wie Leydig glaubt und zu Gunsten seiner Theorie verwerthet, in Drüsen um, sondern gehen, wie Malbranc überzeugend dargethan hat, unter.

(Vergl. auch auf pag. 284 und 287 dieses Aufsatzes die Anmerkungen.)

1) XVIII. 80—86.

2) Ich kenne nur die bezüglichen Angaben von Stannius; die Schriften Hoffmann's, Fée's und Pouchet's standen mir nicht zur Verfügung. Dass aber die Experimente aller dieser Forscher zu keinerlei Resultat geführt haben, erfuhr ich aus der oft citirten Arbeit Malbranc's, sowie aus dem Referate Solger's.

Bei solcher Sachlage wäre es gewiss erspriesslich, wenn wir den Eingangs angenommenen Standpunkt umdrehen und für das physiologische Verständniss der Vertebraten-Seitenorgane an den gleichnamigen Apparaten der Capitelliden Anhaltspunkte finden könnten.

Daran ist aber nicht zu denken: ganz abgesehen von der Schwierigkeit an niederen Thieren überhaupt Experimente solcher Natur anzustellen, schon aus dem Grunde nicht, weil wir ja die Frage nach der Innervation der Capitelliden-Seitenorgane überhaupt nicht zu beantworten vermochten.

Unsere Aufgabe kann vielmehr nur darin bestehen zuzusehen, in wiefern die Structur der Capitelliden-Sinneshügel einerseits, und die Lebensweise dieser Thiere andererseits, mit der herrschenden Ansicht über die Function der Vertebraten-Seitenorgane — und das ist diejenige F. E. Schulze's — sich vereinbaren lassen.

Der erste Theil dieser Aufgabe kann als erledigt betrachtet werden: denn die vorhergehende Darstellung hat ja hinlänglich gezeigt, dass im Aufbau der Sinneshügel beider Gruppen, nicht nur eine Uebereinstimmung im Allgemeinen, sondern auch eine solche der einzelnen Elemente, und ganz vorzüglich der Reiz aufnehmenden Elemente, besteht. In Bezug auf den zweiten Theil dagegen haben wir ein Bedenken zu erwägen:

Voraussetzung Schulze's ist, dass der adäquate Reiz des für das Wasserleben modificirten Tastapparats, nicht wie beim Tasten im engeren Sinne, in einer Massenbewegung fester Körper gegen die Haut des Thieres (oder umgekehrt) bestehe, sondern, dass dieser Reiz vielmehr durch Massenbewegungen des Wassers gegen den Fischkörper (oder umgekehrt), sowie durch grobe Wellenbewegungen im Wasser, hervorgebracht werde.

Lässt sich nun auf die Capitelliden, welche, nicht wie die meisten Fische, im Wasser schweben, oder auf dem Boden ruhen, sondern vielmehr im Sande oder Schlamme wühlen, eine solche Voraussetzung übertragen? Ist es nicht vielmehr wahrscheinlich, dass, wenn bei diesen Thieren in den Seitenorganen überhaupt ein Tastapparat entwickelt ist, letzterer eher zum Tasten fester Körper dienen werde?

Dem ist nicht so; weit entfernt die Möglichkeit des Statthabens von Tastempfindungen im letzteren Sinne zu bezweifeln — lässt sich doch ein grosser Theil der spinalen Nerven bis zur Haut verfolgen! — müssen wir gleichwohl aus der ganzen Organisation der Sinneshügel schliessen, dass nicht sie die Vermittler dieser Empfindungen sein können.

Die geschützte Lage der abdominalen, die Retractilität der thoracalen Sinneshügel, die Einstülpbarkeit der Haarfelder, Alles das sind

unverständliche Einrichtungen, wenn wir annehmen, dass die Afficirung der Sinneshaare von festen Körpern auszugehen habe; sie sind dagegen in schlagender Weise einleuchtend, sobald wir voraussetzen, dass sie demselben Zwecke dienen, welcher bei den Fischen durch das Vorhandensein einer hyalinen Röhre, durch Entwickelung epidermoidaler Wälle und Canäle, sowie durch eine ähnliche (jedoch noch zweifelhafte) Retractilität der Haarfelder erreicht wird, dem Zwecke nämlich: die Berührung mit festen Körpern zu verhindern.

Nach Beseitigung dieses Bedenkens, welches das einzige ist, das ich aufzufinden vermochte, steht somit der Uebertragung der Schulze-schen Hypothese auf die Capitelliden Nichts im Wege, und an dem Tage, an dem diese Hypothese die Anerkennung einer unbestreitbaren Thatsache erfahren haben und so das Seitenorgansystem der Vertebraten eine befriedigende Erklärung gefunden haben wird, wird auch dasjenige der Capitelliden principiell mit erklärt sein. —

12. Die Function der becherförmigen Organe.

Im Gegensatze zu den Seitenorganen, für welche wir gezwungen waren, einen Leitfaden zur Beurtheilung ihrer Function in den homologen Apparaten einer anderen Thiergruppe zu suchen, bieten die becherförmigen Organe der Capitelliden in der Thatsache ihrer Vertheilung selbständig einen Wink dar, dessen Geeignetheit zum Ausgangspunkt solcher Beurtheilung kaum übersehen werden könnte.

Ich meine die Thatsache, dass die becherförmigen Organe nicht nur am Rumpfe und am Kopflappen, also auf der äusseren Körperfläche angebracht sind, sondern auch über das Epithel der Mundhöhle, wo wir sonst den Geschmackssinn localisirt finden, verbreitet stehen. Wenn wir daraus den nahe liegenden Schluss ziehen, dass die becherförmigen Organe, deren Natur als Sinnesorgane sich uns ja schon aus der Structur offenbart hatte, speciell als Geschmacksorgane zu betrachten seien, und bedenken, dass zwischen den genannten Organen des Schlundes, Kopflappens und Rumpfes keine irgendwie bemerkenswerthen Unterschiede sich feststellen liessen, so ergiebt sich von selbst die Folgerung, dass die Capitelliden nicht nur mit der Mundhöhle, sondern auch mit der ganzen Körperoberfläche, so weit sie mit solchen Organen ausgerüstet ist, zu schmecken im Stande sein müssen[1].

1) Wie eine solche Verbreitung des Geschmackssinnes — weit entfernt paradox zu sein — für im Wasser lebende Thiere vielmehr durchaus einleuchtend erscheinen

Die Beantwortung der Frage nach der Function der becherförmigen Organe der Capitelliden ist aber nicht nur durch das erwähnte, aus der Gruppe selbst sich ergebende, Verhältniss erleichtert, sondern es kommt hierzu auch noch der Umstand, dass die entsprechenden Organe der Vertebraten, denen wir sie für homolog halten, mit Bezug auf die Function, eine befriedigende Erklärung gefunden haben.

Es ist dem Umstande zu danken, dass die specifische Energie des N. glossopharyngeus, in dessen Verbreitungsbezirk becherförmige Organe als Endapparate nachgewiesen wurden, nicht wie diejenige des N. lateralis im Dunkel liegt, sondern, dass vielmehr diese Energie, als im Dienste der Geschmacksempfindung stehend, bekannt ist. In der That hat sich die ursprüngliche Erkenntniss der becherförmigen Organe der Vertebraten als Geschmacksorgane nicht etwa so vollzogen, dass man in der Mundhöhle auf becherförmige Organe stiess und auf deren Natur als Endapparate des N. glossopharyngeus schloss, sondern es fand umgekehrt F. E. Schulze[1], von der Voraussetzung ausgehend, dass, wenn die Fische überhaupt ein Geschmacksorgan besitzen, sich dasselbe in der Schleimhaut des Gaumens, dem Hauptverbreitungsbezirk des N. glossopharyngeus, vorfinden müsse, nach Verfolgung der peripherischen Aeste dieses Nerven, die bereits von der Körperoberfläche her bekannten becherförmigen Organe als dessen Endapparate.

Unterstützt wurde noch diese Auffassung der becherförmigen Organe durch die Uebereinstimmung ihrer Sinneszellen mit den sog. Riechzellen.

Schulze hat dann auch weiterhin, dem Umstande Rechnung tragend, dass die becherförmigen Organe bei den Fischen nicht blos auf die Mundhöhle beschränkt sind, sondern auch auf dem übrigen Körper zerstreut stehen, den unabweisbaren Schluss gezogen, dass bei den Fischen der Geschmackssinn sowohl in der Mundhöhle, als auch in der Körperhaut seinen Sitz haben müsse[2].

Seitdem wurden die becherförmigen Organe in der Mundhöhle der verschiedensten Wirbelthiere, insbesondere auf der Zunge der Säugethiere nachgewiesen, so dass ein Zweifel über deren Function als Geschmacksorgane kaum mehr bestehen kann[3].

---

müsse, hat F. E. Schulze (XVII. 154), den ja seine Befunde an den Teleostiern zu derselben Ansicht führten, treffend dargethan. Wir verweisen nachdrücklich auf seine hierauf bezüglichen Sätze, weil sich dieselben in ihrer vollen Ausdehnung auf die Capitelliden übertragen lassen.

1) XVI. 218.

2) Vergleiche Anmerkung 1 der vorhergehenden Seite.

3) Nur insofern herrscht ein Auseinandergehen der Meinungen, als einige Autoren mit Bezug auf diejenigen Thiere, welche becherförmige Organe sowohl in

Eine reiche Literatur hat sich über diesen Gegenstand bereits angesammelt[1]; da es jedoch für unseren Zweck kaum angeht, ausführlich deren — in der Hauptsache übrigens übereinstimmend lautende — Resultate aufzuführen, so greifen wir nur eine Stimme heraus, um die eben aufgestellte Behauptung zu belegen: SCHWALBE[2] sagt: »Sehen wir uns nun, nachdem wir die Geschmacksorgane der Säugethiere kennen gelernt haben, nach analogen Bildungen in der Wirbelthierreihe um, so fällt uns zunächst die grosse Uebereinstimmung der Schmeckbecher mit den von LEYDIG entdeckten »becherförmigen Organen« der Fische auf, über deren wahre Natur uns F. E. SCHULZE aufgeklärt hat. Er erklärte dieselben, gestützt auf seine histologischen Untersuchungen, zuerst mit Entschiedenheit für Geschmacksorgane. Nach der Auffindung ganz ähnlicher Gebilde an der Stelle der Zunge der Säugethiere und des Menschen, welche von allen Physiologen als schmeckend anerkannt ist, kann wohl über die Bedeutung der »becherförmigen Organe« der Fische auch nicht mehr der leiseste Zweifel herrschen«.

Literaturverzeichniss.

I. BALFOUR, F. M., A Monograph on the Development of Elasmobranch Fishes. London 1878.

II. CLAPARÈDE, Ed., Beobachtungen über Anat. und Entw. wirbelloser Thiere, an der Küste von Normandie etc. Leipzig 1863.

III. —— Glanures Zootomiques parmi les Annélides de Port-Vendres. Genève 1864.

IV. —— Les Annélides Chétopodes du Golfe de Naples. Genève et Bale 1868.

V. GÖTTE, A., Die Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.

VI. JOBERT, M., Etudes d'Anat. comp. sur les Organes du Toucher etc. Annales Scienc. Natur. 5ème Série. Tome 16. 1872.

---

der Mundhöhle, als auf den Körperwandungen besitzen, diesen Organen neben der Schmeck- auch eine Tast-Function zuzuschreiben geneigt sind, sei es nun, dass sie, wie JOBERT (VI) und ZINCONE (XXVII) diese Doppelfunction jedem einzelnen Organe zutrauen, oder dass sie, wie TODARO (XXV) gewisse becherförmige Organe für schmeckende, andere, durch ihre Form und Structur sich etwas unterscheidende, für tastende halten.

1) Eine Zusammenstellung dieser Literatur findet sich bei LEYDIG (XII. 170) und bei TODARO (XXV).

2) XIX. 182.

VII. Keferstein, W., Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 12. 1863.

VIII. Langerhans, P., Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Freiburg i/Br. 1873.

IX. —— Ueber die Haut der Larve von Salamandra maculosa. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. 9. 1873.

X. Leydig, F., Ueber die Haut einiger Süsswasserfische. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 3. 1851.

XI. —— Ueber Organe eines sechsten Sinnes etc. N. Acta Acad. Leop. Carol. Vol. 34. Dresden 1868.

XII. —— Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. 12. 1876.

XIII. —— Die Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen. Morphologisches Jahrbuch. Bd. 2. 1876.

XIV. Malbranc, M., Von der Seitenlinie und ihren Sinnesorganen bei Amphibien. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 26. 1876.

XV. Schulze, F. E., Ueber die Nervenendigung in den sogenannten Schleimcanälen der Fische etc. Archiv für Anatomie, Physiologie etc. Jahrgang 1861.

XVI. —— Ueber die becherförmigen Organe der Fische. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 12. 1863.

XVII. —— Epithel- und Drüsenzellen. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. 3. 1867.

XVIII. —— Ueber die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. 6. 1870.

XIX. Schwalbe, G., Ueber die Geschmacksorgane der Säugethiere und des Menschen. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. 4. 1868.

XX. Semper, C., Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere. III. Strobilation und Segmentation. Arbeiten a. d. zool.-zoot. Instit. Würzburg. Bd. 3. 1876—77.

XXI. Solger, B., Zur Kenntniss der Seitenorgane der Knochenfische. Vorläufige Mittheilung. Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1877. No. 37.

XXII. —— Zweite Mittheilung über Seitenorgane der Knochenfische. Ibid.

XXIII. —— Ueber die Seitenorgane der Fische. Leopoldina, Amtl. Organ der Kais. Leop. Car. Akad. der Naturforscher. Heft 14. No. 9—10. 1878.

XXIV. Stannius, H., Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849.

XXV. Todaro, F., Gli Organi del gusto e la Mucosa bocco-branchiale dei Selaci. Ricerche fatte nel Labor. di Anat. Norm. della R. Universita di Roma nell' anno 1872. Roma 1873.

XXVI. Winther, G., Udvendige Smagspapiller hos Gobius niger. Naturhistorisk Tidsskrift af Kroyer. Bd. 9. 1874.

XXVII. Zincone, A., Osservazioni Anatomiche su di alcune appendici tattili dei Pesci. Estratto dal Rendic. Reale Accad. Science etc. di Napoli. Vol. XV. 1876.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Alle Figuren stammen von Notomastus' lin. Clap.

Erklärung der für alle Figuren gültigen Buchstaben:

A, Augen.
AM, Aeussere Mündung des Segmentalorgans.
APd, dorsale Parapodien des Abdomen (Rücken-Hakenwülste).
APv, ventrale Parapodien des Abdomen (Bauch-Hakenwülste).
AS, Abdomen-Segment.
B, Bauchstrang.
BG, Gewebe sternförmig verzweigter Zellen.
BO, Becherförmiges Organ.
C, Cuticula.
CF, Cuticulafurchen.
D, Darmcanal.
GBM, Grenzlinie zwischen der ventralen und dorsalen Längsmuskulatur[1].
H, Hypodermis.
HDZ, Drüsenzellen der Hypodermis.
HF, Die durch die Cuticulafurchen erzeugten hexagonalen Felder.
HFZ, Fadenzellen der Hypodermis.
K, Kiemen (Hakentaschen).
Ke, Kerne[1].
KH, Kiemenhöhle.
KL, Kopflappen.
KM, Kiemenmuskeln.
Kr, Körner.
LMd, dorsale Längs-Muskulatur.
LMv, ventrale Längs-Muskulatur.
MS, Mundsegment.
N, Nerv.
ND, Nebendarm.
P, Das die Wandungen der Leibeshöhle auskleidende, sowie alle Organe umhüllende Peritoneum.
PM, Parapodien-Muskeln.
R, Rüssel.
RM, Ring-Muskulatur.
RP, Rüsselpapillen.
SA, Seitenorgane des Abdomen.
SH, Sinneshaare.
SHl, Sinneshügel.
SHlSp, Sinneshügel-Spalte.
Sm, Septum.
SM, Rückziehmuskeln des Sinneshaarfeldes (von *TMS* entspringend).

---

1) Durch ein Versehen fanden die Bezeichnungen »*GBM*« und »*Ke*« in meinem Aufsatze über die Segmentalorgane der Capitelliden (diese Zeitschrift, Heft I, p. 93) keine Aufnahme in die bezügliche »Erklärung der für alle Figuren gültigen Buchstaben« (p. 117). Es haben aber diese beiden Bezeichnungen dort dieselbe Bedeutung wie in der vorliegenden Abhandlung.

SO, Segmentalorgane.
Sp, Spindeln.
SSp, Seitenorganspalte.
St, Stäbchen.
ST, Seitenorgane des Thorax.
T, Tentakel.
TM, Transversale Muskeln.
TMS, Der mit einem Theile seiner Fasern zum Seitenorgan verlaufende transversale Muskel.
TPd, dorsale Parapodien des Thorax.
TPv, ventrale Parapodien des Thorax.
TS, Thoraxsegment.

Fig. 1. Vorderkörper eines Notomastus lineatus in der Seitenansicht. Die Zeichnung wurde nach einem in Liquor Merkelii conservirten Thiere mit der Camera, Zeiss a/I = 6/1 angefertigt; nur die nach solcher Behandlung nicht wahrnehmbaren Theile, wie der Tentakel und der Rüssel, wurden nach einem frischen Thiere nachträglich eingezeichnet.

Fig. 2. Rückenansicht des 3. bis 6. Abdominalsegments vom selben Thiere, welches der Fig. 1 zu Grunde lag. Cam. Zeiss a/I = 12/1 [1]).

Fig. 3. Mittlerer Abschnitt vom dritten Thoraxsegment des in Fig. 1 abgebildeten Thieres, ebenfalls in der Seitenansicht. Cam. Zeiss D/II = 200/1. Der Sinneshügel ist nahezu ausgestülpt; es erscheint daher die sonst spaltförmige Oeffnung der Seitenorganhöhle kreisförmig erweitert. Dagegen ist das Sinneshaarfeld des Hügels zurückgezogen und giebt so zur Entstehung der Sinneshügelspalte Veranlassung.

Fig. 4. Abdominales Seitenorgan (Sinneshügel) vom frischen Thier abpräparirt und im optischen Durchschnitt gezeichnet. Cam. Zeiss D/II = 200/1.

Fig. 5. Ein Seitenorgan des Thorax (drittes Segment linker Seite) vom frischen Thiere. Nachdem der Thorax des betreffenden Wurmes durch einen längs der ventralen Medianlinie geführten Schnitt geöffnet war, wurden seine Wandungen mit der Aussenseite nach oben gekehrt, flach ausgebreitet, so dass das Seitenorgan zur Flächenansicht kam. Der Sinneshügel jedoch stellt sich im Halbprofil dar. Cam. Zeiss D/II = 200/1.

Fig. 6. Querschnitt [2]) durch das erste Abdominalsegment. Die Ebene dieses etwas dick ausgefallenen Schnittes coincidirte nahezu mit der hinteren Segment-

---

1) Während Fig. 1 — sowie alle übrigen mit der Camera gezeichneten Abbildungen dieser Arbeit — auf der Höhe des Objecttisches (Zeiss Stativ No. VII projicirt wurde, geschah dies bei Fig. 2 auf der Höhe des Arbeitstisches; daher die Grössendifferenz zwischen diesen beiden mit demselben optischen Apparat entworfenen Figuren.

2) Die bezüglichen Thiere durch welche dieser, sowie die sämmtlichen nachfolgenden Schnitte geführt worden sind, hatten folgende Behandlung erfahren: Liquor Merkelii 5—6 Stunden, Alkohol 70, 90 und 100% je einen Tag, sodann Färbung, Einbettung u. s. w. Von den zahlreichen Reagentien, welche ich durchprobirt habe, hat sich allein der Liquor Merkelii zur Erhaltung der Sinneshügel-Structur brauchbar erwiesen. Ich kann wohl sagen, dass ich dieser, nicht genug zu preisenden, Härtungsflüssigkeit die besten Aufschlüsse über die verwickelte Structur der genannten Sinnesorgane zu verdanken habe. —

grenze, so dass alle die im Bereiche dieser Grenze gelegenen Organe getroffen wurden. Cam. Zeiss aa/II = 26/1.

Fig. 7. Querschnitt durch das letzte (zwölfte) Thoraxsegment desselben Thieres, dessen Serie der unter Fig. 6 abgebildete Schnitt angehört. In dem mit Bezug auf alle Körperachsen annähernd symmetrischen Schnitte, wurden die beiden Seitenorgane (retractilen Sinneshügel) getroffen. Cam. Zeiss aa/III = 40/1.

Fig. 8. Schnitt durch ein abdominales Seitenorgan (Sinneshügel). In dem betreffenden Querschnitte wurden zwar die beiden Sinneshügel nahezu symmetrisch getroffen, immerhin zeigte aber der eine gewisse Theile klarer als der andere. Der vorliegenden Zeichnung liegen daher auch beide zu Grunde. Vergrösserung 500/1. *H* 1, Hypodermisgrenze gegen das dorsale Parapodium hin. *H* 2, Hypodermisgrenze gegen die Kieme hin.

Fig. 9. Das linke Seitenorgan des unter Fig. 11 abgebildeten Querschnitts sammt den angrenzenden Hautpartien und den zunächst unterliegenden Ringmuskelschichten. Cam. Zeiss Imm. J/II = 500/1.

Fig. 10. Ein Stück des Kopflappens mit einem becherförmigen Organ in der Seitenansicht. Nach einem frischen Thiere bei 500facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 11. Dasselbe Organ bei tieferer Einstellung, also im optischen Durchschnitt gesehen. Der Sinneshügel war inzwischen vom Thiere etwas weiter ausgestreckt worden.

Fig. 12. Becherförmiges Organ einer Rüsselpapille in halber Seitenansicht nach einem frischen Thiere bei 600facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 13. Eine Rüsselpapille bei ganz oberflächlicher Einstellung gesehen. Die eng aneinander gereihten, saftigen Köpfe der Fadenzellen zeigen eine epithelartige Anordnung; in der Mitte das becherförmige Organ. Essigsäure-Behandlung. Vergrösserung 500fach.

Fig. 14. Dieselbe Papille bei etwas tieferer Einstellung. Zwischen den sich conisch verjüngenden und verzweigenden Fadenzellen erscheint das Plasma der Drüsenzellen. In der Mitte das becherförmige Organ.

Fig. 15. Vier Schemata zur Illustrirung der verschiedenen Stellungen retractiler Sinneshügel:

a, ausgestülpt mit vorgewölbtem Haarfelde, } dienen zugleich zur Demonstration der Formveränderung der abdominalen Sinneshügel.
b, ausgestülpt mit eingezogenem Haarfelde, }
c, retrahirt mit vorgewölbtem Haarfelde,
d, retrahirt mit eingezogenem Haarfelde.

Fig. 16. Vier schematische Durchschnitte durch Segmente successiver Körperregionen, um die Lageveränderung der Parapodien und Seitenorgane längs dieser verschiedenen Regionen zu demonstriren.

a, vom Thorax.
b, vom Abdomenanfang,
c, von der Mitte des Abdomen,
d, vom Ende des Abdomen.

Fig. 17. Theil eines Querschnitts durch die Kopflappenbasis. Stellenweise sind zwischen den Fadenzellen das körnige Plasma sowie die Kerne der Drüsenzellen erhalten. Cam. Zeiss, Imm. J/II = 500/1.

Fig. 18. Theil eines Querschnitts durch die Mitte des Thorax. Man erkennt stellenweise die Contouren der flaschenförmigen Drüsenzellen. Die Cuticula ist abgefallen. Cam. Zeiss, Imm. J/II = 500/1.

Fig. 19. Schema zur Demonstration des Zusammenhanges der, die Sinneshügel zusammensetzenden, Elemente.